ROK XVIII NR 6

GAZ WODA I TECHNIKA SANITARNA

CZERWIEC 1938

Nasz dwudziesty Zjazd.

Niewiele zapewne organizacyj technicznych przeszło w ciągu 20-letniego okresu, dzielącego nas od chwili odzyskania własnej państwowości, tak różnorodną drogę, jak Polskie Zrzeszenie Gazowników, Wodociągowców i Techników Sanitarnych.

Od wąskich, ledwo wydeptanych ścieżek, którymi posuwał się „Polski Związek Techników Gazowych" i „Koło Gazowników Polskich przy Stowarzyszeniu Techników w Warszawie", stale rozszerzający się szlak wiódł „Zrzeszenie Gazowników Polskich", a potem „Zrzeszenie Gazowników i Wodociągowców Polskich" do tej nowoczesnej arterii, po której kroczy dziś „Polskie Zrzeszenie Gazowników, Wodociągowców i Techników Sanitarnych". Doroczne zjazdy wyznaczają poszczególne etapy tej drogi — na kształt kamieni kilometrowych. Równocześnie odgrywają one rolę drogowskazów, wytyczających kierunek następnego odcinka.



Mapka Zjazdów G. W. i T. S.

Punktem wyjściowym tej drogi była uchwała, powzięta jednogłośnie na Nadzwyczajnym Zjeździe Techników w Warszawie w r. 1917, po odczycie dyr. Czesława Swierczewskiego: „Nad-

zwyczajny Zjazd Techników Polskich uznaje, że gazownie przyczyniają się znakomicie do zwiększania dochodów miast i zaspakajają jedną z pilniejszych potrzeb ludności, wobec czego zaleca utworzenie stałego biura gazowniczego np. przy Stowarzyszeniu Techników w Warszawie, celem popularyzowania w naszych miastach i miasteczkach gazownictwa drogą broszur i odczytów, oraz udzielania osobom i gminom interesującym się gazownictwem porad, wyjaśnień, ewentualnie opracowania odpowiednich projektów".

Uchwała ta formułowała jasno zadania nowej placówki: inicjatorom nie chodziło o założenie organizacji zawodowej — broniącej interesów swych członków, ale o zaofiarowanie obywatelskiej współpracy wszystkich zrzeszonych w dziele przemysłowego i ekonomicznego odrodzenia Państwa.

Wysunięte przez Koło hasło znalazło żywy oddźwięk wśród gazowników polskich, pracujących na terenie innych zaborów. Polski Związek Techników Gazowych, zawiązany w Krakowie w r. 1912, którego działalność została w samym zacząttku sparaliżowana przez wojnę światową, zgłosił swój akces do Koła. Pierwsze walne zebranie organizacyjne Koła, w r. 1918 w Warszawie, skupia prawie wszystkie polskie siły techniczne gazownicze z b. Królestwa Kongresowego i Małopolski. Przewodnictwo Koła obejmuje ówczesny dyrektor Gazowni Lwowskiej inż. Adam Teodorowicz.

Niedługo później po ustąpieniu z Warszawy Niemców i zmianie warunków politycznych — Koło zwołuje w r. 1919 I Ogólny Zjazd Gazowników Polskich do Warszawy. Na Zjeździe tym uznano działalność Koła — jako instytucji tymczasowej — za zakończoną i postanowiono utworzyć samodzielną organizację „Zrzeszenie Gazowników Polskich", powierzając jej przewodnictwo nadal inż. Teodorowiczowi.

Nadzieje dźwignięcia gazownictwa polskiego na poziom zachodnio-europejski — rychło obróciły się wniwecz. Na II Zjeździe Gazowników Polskich w r. 1920, również w Warszawie, ówczesny członek Zarządu inż. Eugeniusz Kwiatkowski odmalowuje sytuację w czarnych barwach: „...przyszedł niestety właśnie najcięższy okres próby dla całego życia gospodarczego państwa. Nieomal ani jeden z postulatów naszego, odradzającego się z gruzów pookupacyjnych przemysłu nie został we właściwej formie rozwiązany. Zamiast przewidywanej budowy nowych zakładów, mieliśmy i mamy długie okresy zatrzymania ruchu wielu, największych gazowni. Zamiast racjonalnej rozbudowy i remontu zakładów, przyszedł okres upadku produkcji i urządzeń...".

Mimo to Zrzeszenie kontynuuje swą pracę i właśnie w tym najcięższym okresie realizuje dwa podstawowe dla dalszego rozwoju organizacji zamierzenia: wydawanie własnego czasopisma p. n. „Przegląd Gazowniczy", oraz urządzenie w r. 1921 w Poznaniu Zjazdu, który nosi wprawdzie kolejną liczbę III, w rzeczywistości jednak zapoczątkowuje dopiero szereg ogólnopolskich Zjazdów o ustalonej i skrystalizowanej postaci. Jako organizator Zjazdu występuje — obok Zrzeszenia — także i druga młoda placówka: Związek Gospodarczy Gazowni, powołana do życia w r. 1918 celem obrony interesów gospodarczych zakładów gazowych, pracujących wówczas w bardzo ciężkich warunkach.

Na Zjeździe w Poznaniu padają pierwsze myśli zgrupowania na terenie Zrzeszenia i Związku również wodociągowców i zakładów wodociągowych. Przybierają one realne kształty w rok później — na IV Zjeździe we Lwowie, w r. 1922. Zrzeszenie Gazowników i Wodociągowców Polskich dorzuca do dawniejszych haseł gazowniczych — troskę o należyte zaopatrzenie miast polskich w wodę. Związek Gospodarczy Gazowni i Zakładów Wodociągowych w Państwie Polskim obejmuje reprezentację żywotnych interesów przedsiębiorstw gazowych i wodociągowych. Równocześnie „Przegląd Gazowniczy" przedzierzga się w „Przegląd Gazowniczy i Wodociągowy".

Tak rozbudowane Zrzeszenie stara się przede wszystkim nawiązać kontakt z zakładami małymi, dla których wspólna więź organizacyjna i możność korzystania z doświadczeń wybitnych fachowców przedstawia największe korzyści. Zwołuje więc V Zjazd w r. 1923 do centrum tych małych zakładów — do Bydgoszczy.

Następny VI Zjazd odbywa się w roku 1924 w Krakowie — mieście, które przez dziesiątki lat stanowiło Mekkę Polaków z wszystkich zaborów.

Znaczenie Zrzeszenia nie tylko na terenie wewnętrznym, ale i na forum międzynarodowym znalazło pełny wyraz na reprezentacyjnym VII Zjeździe w Warszawie, w r. 1925. Na Zjeździe tym witano po raz pierwszy delegatów pokrew-

nych organizacyj gazowniczych i wodociągowych z Francji, Anglii, Austrii i Niemiec. Nawiązane zostały pierwsze nici współpracy z zagranicą, która w parę lat później przybrała trwalszą postać: Międzynarodowego Związku Przemysłu Gazowniczego, liczącego nasze Zrzeszenie do swych założycieli. Ugruntowana pozycja Zrzeszenia działała również przyciągająco na techników komunalnych innych specjalności. Na VII Zjeździe pojawił się po raz pierwszy wniosek zmiany statutu Zrzeszenia „w ten sposób, aby do Zrzeszenia należeć mogli działacze techniki sanitarnej wogóle".

Wobec ogólnego ciężkiego położenia gospodarczego postanowiono w następnym roku — 1926 nie urządzać oficjalnego zjazdu, ale ograniczyć się do odbycia dorocznych statutowych walnych zgromadzeń Zrzeszenia i Związku Gospodarczego w Poznaniu — w okresie Międzynarodowych Targów Poznańskich.

Skromny jubileusz 10-letniej działalności naszych organizacyj gazowniczo-wodociągowych obchodzono w r. 1927 na IX Zjeździe w Toruniu.

Jubileuszowy X Zjazd w r. 1928 odbywa się — podobnie jak obecny na Górnym Śląsku, dając gazownikom oraz wodociągowcom dobrą sposobność bezpośredniego zaznajomienia się z ciężkim przemysłem, który dostarcza podstawowych surowców i materiałów, jak węgiel i rury.

W następnym roku — 1929 — oczy całej Polski zwrócone są na Poznań, który uczcił 10-lecie odzyskania własnej państwowości potężną Powszechną Wystawą Krajową. Tam też — w ramach ogólnego Tygodnia Technicznego — odbył się XI Zjazd. Gazownictwo i wodociągarstwo skorzystało również z P. W. K., aby przedstawić wyniki swej pracy w okresie pierwszego dziesięciolecia, urządzając oddzielny pawilon „Gazu i Wody". Na Zjazd ten przybyli po raz pierwszy koledzy z Czechosłowacji, a powzięta uchwała, zalecająca „Zrzeszeniu Gazowników i Wodociągowców Polskich zajęcie się sprawą współpracy w dziedzinie naukowej i zawodowej z pokrewną organizacją czechosłowacką" — stała się podwaliną przyszłego Związku Słowiańskich Zrzeszeń Gazowników, Wodociągowców i Techników Sanitarnych.

Doprowadzenie do Lwowa gazu ziemnego i nawiązanie w ten sposób współpracy gazownictwa sztucznego i ziemnego w dziele gazyfikacji kraju — daje asumpt do zwołania w r. 1930 XII Zjazdu do Drohobycza.

Na następny rok — 1931 — zaprasza XIII Zjazd do swych murów znowu Warszawa. W czasie obrad wypływa ponownie sprawa rozszerzenia zakresu działania Zrzeszenia przez powołanie do życia sekcji techniczno-sanitarnej.

20-lecie założenia planowych wodociągów i kanalizacji w Wilnie upamiętniło miasto urządzeniem u siebie XIV Zjazdu w r. 1932. W gronie gości zagranicznych reprezentowani byli po raz pierwszy koledzy jugosłowiańscy. W parę miesięcy później Związek Zrzeszeń Gazowników i Wodociągowców Polskich, Czechosłowackich i Jugosłowiańskich stał się faktem dokonanym.

XV Zjazd w r. 1933 zaznajamia liczne grono gazowników i wodociągowców polskich oraz zagranicznych z naszym wybrzeżem bałtyckim i chlubą naszą — Gdynią.

Zjazd ten, odbywa się po raz pierwszy pod protektoratem Pana Prezydenta Rzeczypospolitej Prof. Dra Ignacego Mościckiego. Akcentując znaczenie Zrzeszenia Gazowników i Wodociągowców Polskich, Zjazd zwraca uwagę na „koniecznośćześrodkowania wszelkiej akcji zasadniczej w dziedzinie technicznej, finansowej i organizacyjnej gazownictwa w Zrzeszeniu Gazowników i Wodociągowców Polskich, i uznania tej organizacji za najwyższy autorytet w tych sprawach, w celu nadania racjonalnego kierunku wszelkim poczynaniom w tej dziedzinie". Dalszym krokiem do koncentracji sił i zagadnień gazowniczych na terenie Zrzeszenia jest następna rezolucja, stwierdzająca realne wyniki osiągnięte w dziedzinie gazyfikacji dzięki współpracy gazownictwa polskiego z przemysłem gazu ziemnego i uznająca „za wskazane dalsze kontynuowanie tej współpracy już w formie stałej i zorganizowanej przez powstanie w łonie Zrzeszenia G. i W. P. specjalnej Sekcji gazu ziemnego z siedzibą we Lwowie".

Nowość stanowił urządzony po raz pierwszy w czasie Zjazdu pokaz urządzeń gazowniczych i wodociągowych, wyrabianych w kraju, który od tego czasu towarzyszy stale naszym Zjazdom, umożliwiając przemysłowi pomocniczemu demonstrowanie swych wytworów, a zwłaszcza nowości z ostatniego roku.

XVI z rzędu Zjazd — zwołany w r. 1934 do Łodzi — odbywał się w ramach znacznie szer-

szych niż jego poprzednicy. Stanowił on bowiem równocześnie I Zjazd Związku Zrzeszeń Gazowników i Wodociągowców Polskich, Czechosłowackich i Jugosłowiańskich. Poza tym w organizowaniu Zjazdu brał po raz pierwszy współudział Polski Komitet Techniki Sanitarnej i Higieny Miast, który zrezygnował z urządzania własnych zjazdów i postanowił obradować corocznie wspólnie z odpowiednią Sekcją Zrzeszenia G. i W. To też obok Sekcji gazowniczej i wodociągowo-kanalizacyjnej pojawiła się na Zjeździe w Łodzi odrębna Sekcja techniczno-sanitarna.

Dalszy etap w rozszerzaniu zasięgu naszych Zjazdów stanowi Zjazd XVII, urządzony w roku 1935 w Bydgoszczy i Inowrocławiu. Nawiązano na nim nici współpracy ze Związkiem Uzdrowisk Polskich, interesującym się żywo inwestycjami z zakresu techniki sanitarnej, wodociągów i gazowni. Łączność między projektowaniem tych inwestycyj a ogólnym planem zabudowy skłania Zjazd do uznania „za konieczne, aby Zrzeszenie Gazowników i Wodociągowców Polskich nawiązało ścisły kontakt z instytucjami naukowymi i organizacjami społecznymi, zajmującymi się urbanistyką, a to w celu wytworzenia w tej dziedzinie celowej współpracy architektów — urbanistów z inżynierami innych specjalności, w szczególności z inżynierami gazownikami, wodociągowcami i sanitarnymi".

Następnemu XVIII Zjazdowi, zwołanemu w r. 1936 do Lwowa, przypada doniosła rola w historii naszych organizacyj. Na Zjeździe tym następuje dalsza rozbudowa Zrzeszenia, mająca na celu wciągnięcie do szeregów członkowskich ogółu fachowców z dziedziny techniki sanitarnej. Zapada uchwała ponownej zmiany nazwy organizacji na Polskie Zrzeszenie Gazowników, Wodociągowców i Techników Sanitarnych, oraz przemianowanie organu na „Gaz, Woda i Technika Sanitarna". Równocześnie — dzięki odpowiedniemu ujęciu nowych statutów, uchwalonych na Walnych Zgromadzeniach Zrzeszenia i Związku Gospodarczego Gazowni i Zakładów Wodociągowych w P. P. — zostaje ściślej rozgraniczona działalność obu tych organizacyj, co wpływa dodatnio na dalszy tok ich pracy.

Tak przekształcone organizacje urządzają XIX Zjazd w r. 1937 znowu w centrum średnich i małych zakładów — na Pomorzu, w Grudziądzu.

Pierwszą oznaką nawiązania łączności z krajami bałtyckimi — jest przybycie do Grudziądza przedstawiciela kolegów łotewskich.

W dziesięć lat po pierwszym Zjeździe na Górnym Śląsku w r. 1928 — przystępujemy znowu tutaj do obrad XX Jubileuszowego Zjazdu.

Zjazdy te nie przeminęły bez echa. Pozostawiły one po sobie bogatą spuściznę — w postaci licznych rezolucyj, uchwał, tez i dezyderatów.

Większość ich dotyczy zagadnień technicznych. Podają one wytyczne dla ogólnej linii rozwojowej gazyfikacji kraju oraz zaopatrzenia go w wodę i urządzenia sanitarne, zajmują się konkretnymi problemami z tych dziedzin, wnikają nawet w szczegóły, pozornie małoznaczne, a stanowiące w istocie kościec dla zdrowej rozbudowy naszej gospodarki gazowej, wodociągowej i sanitarnej. Opublikowane na łamach czasopisma naszych organizacyj, docierają one do ogółu zrzeszonych i niezrzeszonych kolegów, którzy czerpią z nich cenne wskazówki zarówno w swej pracy codziennej, jak i przy rozwiązywaniu problemów inwestycyjnych.

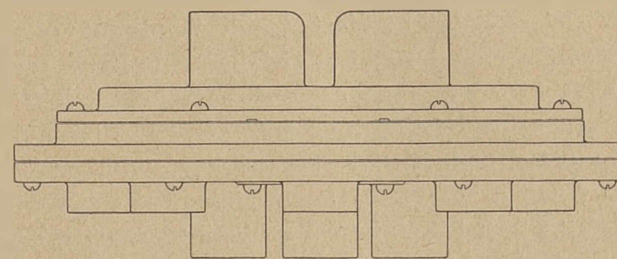
Obok tych ściśle technicznych kwestyj — Zjazdy nasze wysuwały ważne postulaty z dziedziny gospodarczej, ustawodawczej, szkolnictwa itd., których realizacja zawisła jest od władz naczelnych, względnie innych czynników, niezwiązanych bezpośrednio z gazownictwem, wodociągarstwem i techniką sanitarną. Zależnie od układu stosunków i wzajemnego zrozumienia — część tych postulatów wcielała się rychło w życie, inne zaś przechodziły długie i zmienne koleje.

Nie zniechęca to jednak naszych organizacyj, które stale na zjazdach podtrzymują swe słuszne dezyderaty w przekonaniu, że przecież — prędzej czy później — osiągną wytknięte cele.

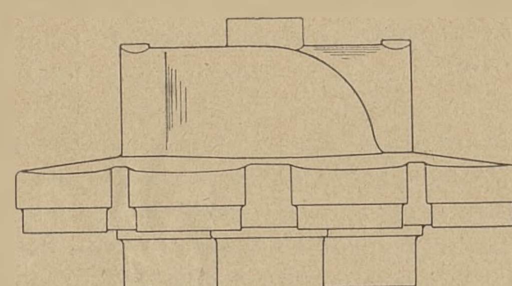
Inż. ANTONI DZIURZYŃSKI

Charakterystyka oświetlenia publicznego gazowego m. Poznania.

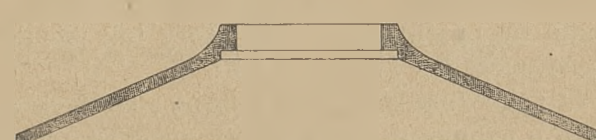
(Referat wygłoszony na posiedzeniu Komisji Oświetleniowej Związku Gospodarczego Gazowni i Zakładów Wodociągowych w P. P. w Poznaniu, w maju 1938 r.)



Rys. 1. *Palnik dwudzielny składany.*



Rys. 2. *Palnik jednodzielny.*



Rys. 3. *Reflektor fajansowy.*



Rys. 4. *Reflektor blaszany emal. wklęsły.*



Rys. 5. *Reflektor wypukły.*

Poznań jest bezspornie jednym z miast polskich, które stosowało stopniowo jak największą różnorodność lamp gazowych w oświetleniu publicznym, w miarę jak postępował ich rozwój.

Bezpośrednio przed wojną, oprócz lamp o palnikach auerowskich zainstalowano na pryncypalnych ulicach 290 lamp intensywnych firmy Ehrich & Graetz tzw. Niederdruckstarklichtlampen 1, 2 i 3-siatkowych o sile 300, 600 i 1000 świec normalnych, które następnie przechodziły wszelkie przeobrażenia. Bezpośrednio przed wojną były wszystkie lampy zaopatrzone w samozapalacze firmy "Meteor".

W okresie wojny oświetlenie publiczne ulegało zaniedbaniu, a wreszcie w końcu wojny i w okresie przejściowym przeważna część lamp była bądź to zniszczona, bądź też zdekompletowana. Dość nadmienić, że na całym obszarze Poznania paliło się z początkiem roku 1920 zaledwie 150 latarń.

Z nastaniem normalnych warunków, stopniowo uzupełniano oświetlenie publiczne, a ze względu na trudności sprowadzania części składowych od firm niemieckich, gospodarczym sposobem wyrównywano braki.

I tak w r. 1923 było czynnych już 1 260 latarń.

W roku 1924 ustawiono dalszych 460 latarń, a z ogólnej liczby 1 670 latarń było 1 380 z palnikami stojącymi normalnymi, a 290 z siatkami wiszącymi intensywnymi.

W roku 1925/26 ilość lamp wzrasta do 2 748, w roku 1927/28 do 4 466, w tym 3 860 lamp z siatkami stojącymi, a 606 z siatkami wiszącymi.

W tymże roku zamówiono 150 lamp 15-siatkowych grupowych firmy Ehrich & Graetz, które w związku z Powszechną Wystawą Krajową zainstalowano z początkiem roku 1929 na pryncypalnych ulicach. Równocześnie rozpoczęto wymianę fajansowych reflektorów wklęsłych (rys. 3) przy stojących lampach niskosprawnych z palnikami Auera na żelazne emaliowane o formach więcej płaskich (wklęśnięcie 20 mm zamiast 55 mm). Aż do tego czasu żadna z lamp nie posiadała regulatorów ciśnienia, a ponieważ zapalanie następowało przy pomocy fali ciśnienia, więc obsługa lamp, zwłaszcza intensywnych, wymagała bardzo pilnej obsługi.

Zastosowanie wiszących lamp grupowych wykazało takie zalety, że z chwilą ich ustawienia nastąpił okres przełomowy w charakterze oświetlenia publicznego w Poznaniu. Stojące palniki zaczynają znikać, przerabiamy je na grzybkowe wiszące 2, 4 i 6-siatkowe.

Już w roku 1928/29 pozostało 1 664 latarń z palnikami stojącymi, a 2 849 z palnikami grupowymi, względnie grzybkowymi, przy czym

większą część intensywnych lamp "Triumph" przerobiono na 9-siatkowe grupowe, wzorując się na dostarczonych nam pierwotnie palnikach przez firmę Bamag. Tak pierwsze 15-siatkowe, jak i 9-siatkowe palniki Bamaga były składane dwudzielne (rys. 1).

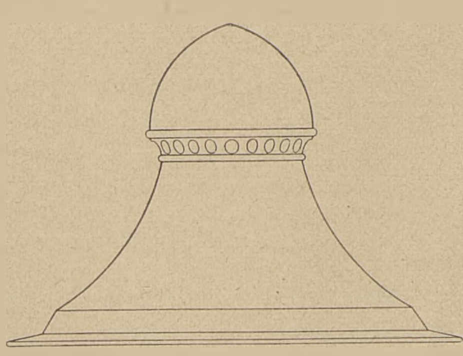
Dalsze palniki 9-siatkowe do wymiany starych intensywnych lamp zamawialiśmy u firm krajowych, które porobiły sobie dwudzielne modele.

W roku 1934/35 było już tylko 114 stojących palników, podczas gdy ogólna ilość lamp wzrosła do 4 845 o 17 732 siatkach. Ponieważ dwudzielne palniki 2, 3 i 4-siatkowe z biegiem czasu przepalały się, bądź też na złożeniu stawały się nieszczelne, a w związku z tym dawały nierównomierne światło, zaprowadziliśmy jednodzielne palniki grzybkowe na wymianę do latarń zwykłych.

W tymże roku sprowadziliśmy 12 lamp grupowych 12-siatkowych, które mają palniki jednodzielne oraz regulatory ciśnienia.

I teraz okazało się, że tak wyposażone lampy palą się jednolicie i dobrze, a siatki nie niszczą się przez podmuch przy zwiększonej fali ciśnienia. To też uzgodniliśmy program przeistoczenia palników grupowych dwudzielnych na jednodzielne (rys. 2) o rozstawieniu siatek podobnie jak przy najnowszych lampach firmy Ehrich & Graetz i zaopatrzenia w regulatory tak płomieni wieczornych, jak i całonocnych.

W roku 1936/37 opracowaliśmy do zwykłych latarń o palnikach grzybkowych ulepszone daszki (rys. 6) i reflektory (rys. 4 i 5), które stopniowo



Rys. 6. *Nowy daszek do lamp stojących o liniach odpływowych.*

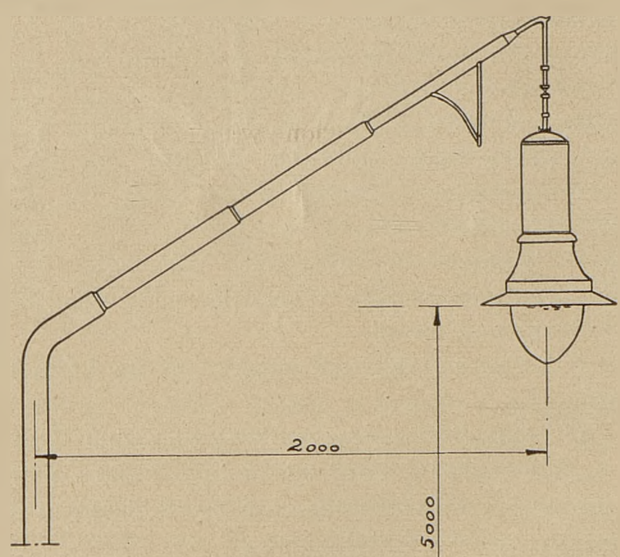
zaprowadzamy. Ogólna ilość lamp wzrosła w tym roku do 5 020 o 19 274 siatkach.

W roku 1937/38 ulepszaliśmy dalej oświetlenie miasta, wzorując się na wzorach niemieckich, ogłaszanych w *„Gas- & Wasserfach"*. Przy bardzo rozszerzonym oświetleniu ulicznym i wielkim kapitale, zainwestowanym w urządzeniach do publicznego oświetlenia, nie mogliśmy sobie pozwolić na wymianę latarń, a raczej staraliśmy się osiągnąć poprawę tylko częściowo przez zakup nowych lamp, a zasadniczo przez przerobienie istniejących i zaopatrzenie tychże w regulatory.

Próby przeprowadzone u nas z reflektorami Zeissa nie dały wyników, jakie ogłosiły fachowe pisma zagraniczne. Być może dlatego, że zastosowaliśmy je przy składanych palnikach bez regulatorów. Ta kwestia pozostaje tedy otwarta.

Ponieważ podobne przedmioty musimy sprowadzać z zagranicy, a obciążone są bardzo wysokim cłem, wypadają bardzo drogo i bodaj że trudno marzyć o ich rozpowszechnieniu.

Spróbowaliśmy atoli oświetlić część ulicy Jasnej — bardzo zadrzewionej — lampami wiszącymi o wysięgu dwumetrowym ku jezdni (rys. 7),



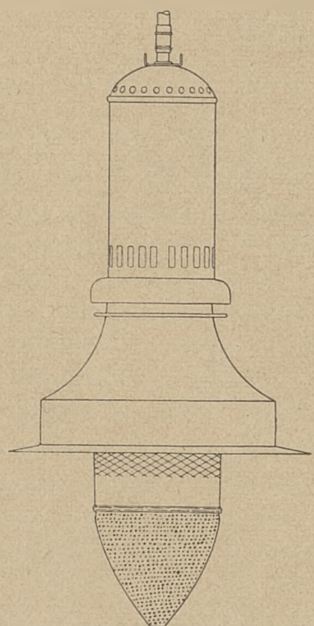
Rys. 7. *Słup latarni z wysięgiem.*

z wynikiem dobrym. Będziemy też stosowali to w ulicach zadrzewionych. Naturalnie pozostanie otwarta kwestia oświetlenia ulic zadrzewionych, przy których są lampy stojące o palnikach grzybkowych 2, 4 i 6-siatkowych. W porze letniej mimo dostatecznej ilości lamp, wielką część światła absorbują drzewa, ulice są dobrze oświetlone tylko w zimie, kiedy liście opadną. Wymiana tych lamp może się odbywać tylko stopniowo w miarę środków, a lamp tych jest blisko 3 000.

Instalujemy stopniowo we wszystkich lampach o palnikach 9, 12 i 15-siatkowych regulatory ciśnienia, które przy równoczesnej wymianie palni-

ków na jednokomorowe o dobrym rozstawieniu siatek dają dobre rezultaty.

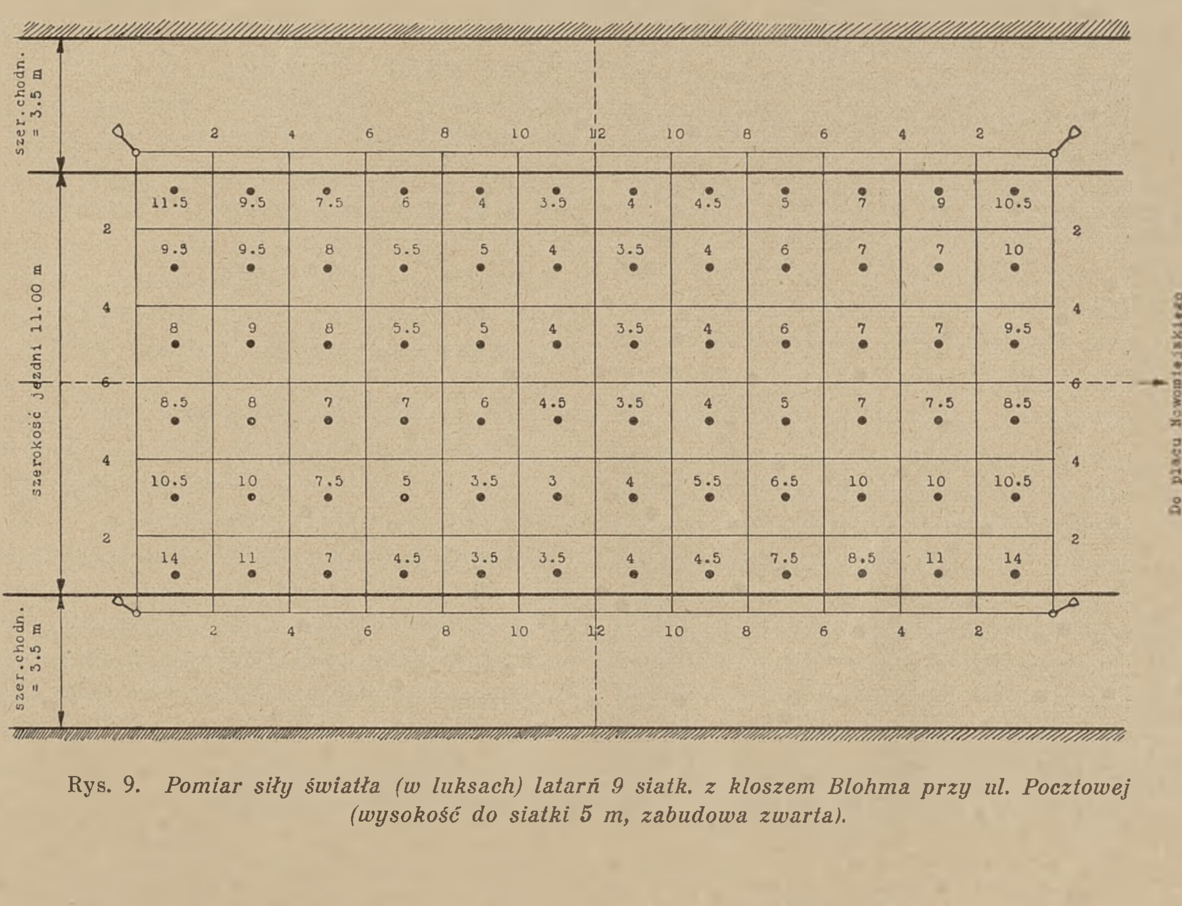
Próby z kloszami Blohma wykazały bardzo



Rys. 8. *Lampa z kloszem Blohma.*

dodatnie wyniki. Ustawione w sierpniu 1937 r. pochodzenia jenajskiego nie tylko dały światło bardzo dobrze rozdzielone, ale ponadto okazały się bardzo wytrzymałe. Dotychczas pozostały nienaruszone. Zamówiliśmy przeto 30 sztuk lamp 9-siatkowych o palnikach jednokomorowych z regulatorami, samozapalaczami i kloszami Blohma (rys. 8) i ustawiliśmy przy ul. Pocztowej. Poprawa oświetlenia ulicy przy dotychczasowym rozstawieniu latarń jest podpadająco wielka. Załączony wykres pomiarów fotometrycznych (rys. 9) na otwartej przestrzeni przy pomocy luksomierza Philipsa wykazuje jasność ulicy między dwoma parami lamp po zastosowaniu 9-siatkowych lamp z kloszami Blohma. Mamy zamiar wymienić zwykłe jednolite klosze lamp 15-siatkowych przy ulicach pryncypalnych na klosze Blohma, o ile tylko zaistnieją możliwości. Zamówiliśmy również 20 lamp grupowych 9-siatkowych u firmy krajowej. W przeciągu pół roku otrzymaliśmy zaledwie 10, gdyż firma nie mogła uzyskać pozwolenia przywozu samozapalaczy oraz uzgodnić innych technicznych szczegółów.

Rekonstruując stopniowo pozostałe lampy intensywne przy równoczesnym zaopatrywaniu je w regulatory i palniki jednodzielne i uzupełniając w miarę środków nowymi, spodziewamy się w tym roku wszystkie intensywne lampy postawić na wysokości zadania. Obecnie mamy 5 062 latarń z 19 962 siatkami, w tym 634 grupowych, a 4 428 o palnikach grzybkowych.



Rys. 9. *Pomiar siły światła (w luksach) latarń 9 siatk. z kloszem Blohma przy ul. Pocztowej (wysokość do siatki 5 m, zabudowa zwarta).*

Inż. TADEUSZ JANKOWSKI

Problem obniżenia cen gazu w małych gazowniach przez obniżenie własnych kosztów produkcji.

(Referat na XX Zjazd Gazowników, Wodociągowców i Techników Sanitarnych Polskich w Katowicach i Chorzowie w 1938 r.)

W chwili obecnej niejedna mała gazownia stoi przed narastającymi trudnościami finansowymi i niemożnością — w tych warunkach — przeprowadzenia renowacji, nie mówiąc już o inwestycjach.

Powód tego, to kurczenie się konsumcji gazu czy to na skutek wadliwej polityki taryfowej, czy niedostatecznej organizacji pracy zakładu, czy też przez, niezawsze szlachetną, konkurencję innych energij cieplnych, bądź wszystkich tych czynników razem. W wielu wypadkach gazownie nie mogą realizować swoich planów renowacyjno-inwestycyjnych wskutek całkowitego zabierania nadwyżek budżetowych przez zarządy miast, które w tych wypadkach podświadomie niszczą jedno z najpoważniejszych swych źródeł dochodowych i rujnują przy tym bardzo ważne placówki gospodarcze o znaczeniu ogólno-państwowym. Jednakże te sprawy nie należą w tej chwili do tematu i w wielu wypadkach są one niezależne od kierownictwa zakładu.

Od kierownika gazowni w pierwszym rzędzie zależy gospodarka techniczna i powinien on dołożyć wszelkich starań, aby podnieść sprawność zakładu. Droga do tego celu, to dokładna analiza bilansu technicznego warsztatu pracy i sprawdzenie stopnia wykorzystania jego zdolności przeróbczej.

Naturalnie, że ze wzrostem przerobu węgla rosną kłopoty ze zbyciem gazu i koksu.

Tutaj należy zauważyć, że dzisiaj gazownie nie mogą przechodzić tak łatwo do porządku dziennego nad sprawą jakości koksu. Muszą one teraz traktować na równi gaz i koks jako produkty główne, bowiem poprawiając jakość koksu, gazownie staną się w przyszłości jak gdyby mackami organizmu, jakim jest ogólna gospodarka koksowa w państwie. Koksownie przede wszystkim powinny zaspakajać wielki przemysł metalurgiczny, a rynki drobne z centralnymi ogrzewaniami i drobnym przemysłem powinny pozostać dla gazowni. Dzisiaj mieszkańcy miast, posiadając gazownię na miejscu, importują pewne ilości koksu tzw. "hutniczego" do centralnych ogrzewań, zamiast nabywać go na miejscu, gdyż twierdzą, że koks gazowy jest nie do użycia. Zaopatrzą się jednak odbiorcy w koks miejscowej produkcji, jeżeli gazownie dołożą wszelkich starań i przekonają ich, że kupując dobry koks na miejscu, osiągają dla siebie korzyści materialne.

Jeżeli chcemy, aby gaz był powszechnym i popularnym źródłem ciepła jako paliwo, to przede wszystkim cena jego musi być słuszna w stosunku do ceny paliwa, jakie musi on wyrugować z rynku, a poza tym bezwzględnie gazownie muszą prowadzić sprawną i systematyczną propagandę.

Co się tyczy obniżki ceny gazu, to nie można jej wprowadzić bez dokładniejszych studiów nad pracą i organizacją gazowni, gdyż nieopatrzną obniżką możnaby zrujnować placówkę gospodarczą. Przy przeprowadzaniu analizy zakładu, należy przede wszystkim zwrócić uwagę na możliwości obniżenia własnych kosztów produkcji. Jedną z dróg, prowadzących do tego celu, jest zastosowanie gazu do własnych celów gazowni, jako paliwa zastępczego do częściowego opalania pieca, opalania kotłów parowych, zimą do ogrzewania zbiorników itp., obok stosowania gazu do centralnych ogrzewań. Jednym słowem, należy dążyć, aby piec był stale obciążony maksymalnie i równomiernie przez cały rok.

Przeglądając statystykę małych zakładów gazowych, widzi się kolosalne zużycie koksu na podpał, co przede wszystkim dowodzi słabego wykorzystania zdolności przeróbczej pieców. Nie trzeba chyba udowadniać, że własne koszty produkcji zależą w bardzo znacznym stopniu od obciążenia fabryki, co przede wszystkim powinno się wziąć pod uwagę w małych gazowniach.

Przeprowadzając analizę bilansów technicznych kilku małych gazowni, przekonałem się, że w wielu wypadkach nie są one obciążone nawet w 50% swej zdolności przeróbczej. Jako przykład niech posłuży bilans techniczny jednego z takich zakładów (tablica I).

Dla lepszego zobrazowania pracy zakładu, wprowadzono do zestawienia liczby otrzymane

Tablica I.

	Ogółem	W przeliczeniu na 100 kg odgazowanego węgla	Wydatki	Utargi	Uwagi
			na 100 kg odgazowanego węgla		
1. Zużycie węgla gazowego	410 900 kg	—	2,86 zł	—	
2. Produkcja gazu	121 352 m^3	29,5 m^3	—	—	
3. Strata gazu	20 844 m^3	5,1 m^3	—	—	17,2% prod.
4. Sprzedaż gazu	53 720 m^3	13,1 m^3	—	3,28 zł	
5. Obsługa miasta	46 788 m^3	11,3 m^3	—	—	
6. Produkcja koksu	273 600 kg	66,6 kg	—	—	
7. Zużycie koksu do podpału	135 600 kg	33,0 kg	1,39 zł	—	
8. Sprzedaż koksu	135 300 kg	32,9 kg	—	1,38 zł	
9. Zużycie koksu do ogrzewania zbiornika gazowego	2 700 kg	0,7 kg	0,03 zł	—	
10. Węgiel na opał do mieszkania służb.	3 470 kg	0,8 kg	0,02 zł	—	
11. Produkcja i sprzedaż smoły	14 416 kg	3,6 kg	—	0,58 zł	
		suma	4,30 zł	5,24 zł	
		różnica	0,94 zł		

z przeliczenia na 100 kg węgla odgazowanego, oraz przeliczenia gotówkowe, w oparciu o średnie ceny jednostkowe, które płacono za węgiel, bądź uzyskano za produkty w danym okresie sprawozdawczym: węgiel 28,60 zł/t, koks 42,00 zł/t, smoła 16,00 zł/100 kg i gaz 25 gr/m^3. Z zestawienia tego wynika, że utargi gazowni przewyższyły wydatki o 0,94 zł na 100 kg węgla odgazowanego, co w stosunku rocznym stanowi 3 862,46 zł.

Piec tej gazowni posiada 4 retorty o ładunku 150 kg przy 6-godzinnym odgazowaniu, co odpowiada 870 t rocznego przerobu węgla. Wracając do bilansu przekonamy się, że piec jest obciążony zaledwie w 46,8%. Gazownia ta, pracując w tak trudnych warunkach, jednakże jest dla miasta zakładem opłacalnym.

Załóżmy obecnie, że gazownia ta zwiększyła przerób do wysokości 75% obciążenia pieca i zestawmy bilans techniczny, przyjmując dla niej najniekorzystniejsze warunki, tzn. że sprzedaż gazu i wydajności produktów pozostaną bez zmiany, natomiast uda się ulokować na rynku miejscowym i najbliższym poprawiony jakościowo koks, a gaz nadwyżkowy spali się w urządzeniach zakładu, jako paliwo zastępujące koks lub węgiel. W związku ze wzrostem obciążenia pieca, podpał powinien się zmniejszyć przynajmniej o ok. 5%, tzn. z 33% powinien się obniżyć do 28%. Że warunek ten jest realny, świadczy fakt, że podpał w gazowni wahał się od 27,8% do 41,3% zależnie od obciążenia pieca.

Bilans techniczny, ułożony wg tych założeń (tablica II), wykazuje, że utargi przewyższają wydatki o 0,91 zł na 100 kg węgla odgazowanego, co w przeliczeniu na całoroczną produkcję daje nadwyżkę gospodarczą wyrażającą się sumą 5 915,00 zł, która jest wyższa od poprzednio wyprowadzonej o 53,1%.

W ten sposób udowodniono, że możliwe jest obniżenie własnych kosztów produkcji gazu przez zwiększenie produkcji, a co za tym idzie, istnieje możliwość obniżenia ceny gazu bez uszczuplenia wpływów dla kasy miejskiej, jeżeli na ten cel przeznaczy się pewną część nadwyżki gospodarczej. W danych warunkach, gdyby na ten cel przeznaczyć ok. 1 500 zł owej nadwyżki gospodarczej, obniżka wyniosłaby 3 gr/m^3. Idąc po tej drodze, cenę gazu możnaby doprowadzić do poziomu zdolności płatniczej konsumentów, co bardzo ułatwi-

Tablica II.

	Ogółem	W przeliczeniu na 100 kg odgazowanego węgla	Wydatki	Utargi	Uwagi
			na 100 kg odgazowanego węgla		
1. Zużycie węgla gazowego	650 000 kg	—	2,86 zł	—	
2. Produkcja gazu	195 000 m³	30,0 m³	—	—	
3. Strata gazu	25 000 m³	3,8 m³	—	—	12,8% produkcji *)
4. Sprzedaż gazu	54 000 m³	8,4 m³	—	2,10 zł	
5. Obsługa miasta	47 000 m³	7,2 m³	—	—	
6. Produkcja koksu	432 900 kg	66,6 kg	—	—	
7. Zużycie koksu do podpału pieca (28% = 182 t)	129 200 kg	19,9 kg	0,84 zł	—	
7' Zużycie gazu do pieca zamiast 52,8 t koksu **)	66 000 m³	10,2 m³	—	—	
8. Sprzedaż koksu	303 700 kg	46,7 kg	—	1,96 zł	
9. Zużycie koksu do ogrzewania zbiornika	—	—	—	—	
9' Zużycie gazu do ogrzewania zbiornika zamiast koksu **)	3 000 m³	0,4 m³	—	—	
10. Węgiel na opał do mieszkania służb.	3 470 kg	0,5 kg	0,01 zł	—	
11. Produkcja i sprzedaż smoły	23 400 kg	3,6 kg	—	0,56 zł	
		suma	3,71 zł	4,62 zł	
		różnica	0,91 zł		

*) Straty w stosunku do produkcji zmaleją, gdyż część gazu nie przechodzi przez sieć.

**) Stwierdzono na innym terenie, że w piecu gaz o 5 500 kcal równoważy ok. 0,8 kg koksu, podczas gdy w kotle centralnego ogrzewania — 1 kg koksu.

łoby propagandę powszechnego i wyłącznego stosowania gazu w gospodarstwach domowych.

Zastanówmy się nad kwestią możliwości zwiększenia konsumcji gazu w mieście, którego gazownię wzięliśmy jako przykład do rozwiązania zagadnienia potanienia gazu.

Gazownia posiada 232 konsumentów (średnia roczna), wobec czego jej sprzedaż gazu średnio na jednego konsumenta miesięcznie wypada 19,3 m³, z czego wynika, że gospodarstwa domowe nie są całkowicie zgazyfikowane, bowiem z obserwacji na innym terenie spostrzeżono, że średnia rodzina (5 osób), przy wyłącznym i oszczędnym stosowaniu gazu w gospodarstwie, zużywa 30 ÷ 35 m³ miesięcznie. Wobec tego sprzedanie jeszcze choćby średnio 10 m³ miesięcznie na 1 konsumenta jest i powino być osiągalne. Sprzedając w ten sposób 27 840 m³ gazu nadwyżkowego np. po 20 gr/m³ tym konsumentom, którzy całkowicie się zgazyfikują, powiększy się czysty zysk o 5 568 zł. Jeżeli do tego dodamy część poprzednio wyliczonej nadwyżki, otrzymamy ok. 6 118 zł, która to suma poważnie zaważy w budżecie małej gazowni i pozwoli jej na zmodernizowanie się w bardzo krótkim czasie. W rzeczywistości nadwyżka gospodarcza będzie większa, bowiem zmniejszą się w tych warunkach koszty stałe (handlowe, personalne itp.) w przeliczeniu na jednostkę gazu.

Przez zwiększenie konsumcji można w dalszym ciągu zwiększyć obciążenie pieca, celem wyprodukowania gazu do podpału i w ten sposób dojść do 100% obciążenia pieca, co niewątpliwie jeszcze zwiększy wpływy gazowni, a więc wpłynie na zasilenie kasy miasta.

W tablicy II nie brano pod uwagę wartości ga-

zu zastosowanego do opalania pieca i kotła zbiornika gazowego, bowiem gaz nadwyżkowy dla gazowni jest "darmowy", o czym łatwo przekona nas następujące obliczenie:

Na wyprodukowanie 69 000 m³ gazu nadwyżkowego trzeba dodatkowo zakupić ok. 230 t węgla gazowego, za który należy zapłacić		6 578,00 zł
a) z tablicy I wynika, że 32,9% koksu w stosunku do węgla sprzeda się za sumę	3 178,14 zł	
b) gaz zastąpi ok. 55,5 t koksu wartości . . .	2 331,00 zł	
c) 230 t węgla da 8,28 t smoły wartości . . .	1 324,80 zł	6 833,94 zł
nadwyżka wynosi . .		255,94 zł

z czego wynika, że wydatki na surowce zostały pokryte, podczas gdy koszty handlowe i personalne nie wzrosną, o czym już wyżej była wzmianka.

Pracując tą metodą, uda się doprowadzić cenę gazu do takiego poziomu, że propaganda z łatwością doprowadzi do tego, że mieszkańcy miast zarzucą barbarzyńskie niszczenie tak cennego surowca, jakim jest węgiel, przez co podniosą kulturę swych osiedli, a gazownie staną się w rzeczywistości zakładami użyteczności publicznej i będą dostawcami surowców dla wielkiego organicznego przemysłu chemicznego, jak zajdzie tego potrzeba, podczas gdy obecnie te surowce mogą znaleźć szerokie zastosowanie do budowy dróg, jak to ma miejsce u naszych sąsiadów.

Prof. Dr MAKSYMILIAN T. HUBER

O wartości technicznej rur stalowych.

I. Rozważania wstępne.

Rurociągi rozprowadzające pod ciśnieniem wodę, gaz, ropę naftową itp. buduje się w nowszych czasach najczęściej z rur żeliwnych i stalowych. Żeliwo jako materiał na rury cieszy się poważnym, bo do 300 lat dochodzącym wiekiem swego zastosowania technicznego (w Wodociągu Wersalskim); dlatego wymieniono je w porządku chronologicznym przed stalą, której zastosowanie do wyrobu rur na większą skalę sięga obecnie lat 50. Mimo to rury stalowe zdobywają sobie w nader szybkim tempie coraz obszerniejsze pole zastosowań, współzawodnicząc skutecznie z rurami żeliwnymi, chociaż przemysł odlewniczy nie szczędzi poważnych i chwalebnych wysiłków w celu poprawienia własności wytrzymałościowych żeliwa i potanienia produkcji, aby sprostać groźnej konkurencji wytwórni rur stalowych.

Rywalizacja rur stalowych i żeliwnych wywołała w ciągu bieżącego stulecia całą powódź rozpraw, artykułów i badań techniczno-naukowych, oświetlających zalety i wady obu materiałów w sposób często bardzo gruntowny i niemal wszechstronny. W pracach tych trudno jednakże dopatrzyć się ujęcia, które by wyróżniało niektóre właściwości materiału rur, mogące w pewnych przypadkach rozstrzygnąć stanowczo na korzyść jednego z nich, chociaż inne właściwości przemawiałyby na korzyść drugiego materiału. Dlatego pożądane jest rozpatrzenie ogólnych warunków, wymaganych od rurociągu jako celowego urządzenia technicznego.

W warunkach tych można, oddzieliwszy wspólne dla wszelkich budowli i urządzeń technicznych wymagania ekonomiczne, odróżnić wysuwające się na pierwszy plan wymaganie niezawodnego i bezpiecznego działania rurociągu, oraz żądanie jego długotrwałości. To ostatnie jest w ścisłym związku z wymaganiami ekonomicznymi, które podlegają kalkulacji projektującego inżyniera. Kalkulacja taka może niekiedy wypaść na korzyść materiału mniej odpornego na korozję, jeżeli rury z materiału bardziej odpornego pod tym względem nie są dostatecznie odporne na wpływy mechaniczne. Albowiem z wymianą rur zniszczonych w czasie wieloletniej służby rurociągu musimy się liczyć przy każdym z materiałów obecnie stosowanych. Rurociągi tak samo nie są wieczne, jak pióra do pisania zasilane atramentem ze zbiorniczka w obsadce, chociaż je nazywają „wiecznymi". Natomiast wymaganie niezawodnego i bezpiecznego działania rurociągu nie wiąże się w sposób uchwytny z obliczeniem technicznym jego opłacalności w zależności od materiału rur. Ale niezawodność i bezpieczeństwo działania rurociągu stanowi warunek techniczny o tak wielkiej doniosłości, że

często może prowadzić do obioru tego materiału, dla którego czas naturalnego zużycia pod wpływem czynników fizyczno-chemicznych, z wyłączeniem czysto mechanicznych, jest krótszy od odpowiedniego czasu materiału innego. Czas ten nazywać będziemy w ciągu dalszym — posługując się analogią biologiczną — okresem żywota rurociągu. Podobnież nazwiemy okresem zdrowia rurociągu przedział czasu, jaki upływa od jego zbudowania do pierwszego uszkodzenia, powodującego wymianę mniejszego lub większego odcinka rury, albo też inną konieczną naprawę. Idąc dalej torem analogii biologicznej, możemy widoczne uszkodzenia rurociągu wskutek przyczyn mechanicznych (jak pęknięcia, nieszczelności połączeń wywołane odkształceniami itp.) upodobnić do urazów, wymagających zabiegu chirurgicznego; uszkodzenia zaś powstałe wskutek innych działań fizyczno-chemicznych traktować jako „choroby“. Zapytajmy się teraz, co jest ważniejsze przy projektowaniu rurociągu: okres jego zdrowia, czy okres żywota? Otóż nie ulega wątpliwości, że przede wszystkim należy dążyć do możliwie długiego okresu zdrowia. Przecież niespodziewane pęknięcie rury wodociągowej lub gazowej miewa skutki katastrofalne, które mogą zupełnie zachwiać kalkulacje gospodarczo-techniczne wykonywane przy projektowaniu. Mniej groźne jest miejscowe uszkodzenie rurociągu przez korozję, gdyż bywa z reguły sygnalizowane objawami nieszczelności.

II. Właściwości techniczne rur stalowych.

Przechodząc od powyższych rozważań ogólnych do rozpatrzenia wartości technicznej rur stalowych, pozostawimy na boku szczegółowe obliczenia techniczno-ekonomiczne, jakie bywają wykonywane przy projektowaniu sieci wodociągowej lub gazowej, a oświetlimy tylko te zalety i wady rur stalowych, które mogą dać bezspornie uzasadnioną podstawę do wykonania takich obliczeń.

Ponieważ, jak wynika z rozważań poprzednich, o wyborze materiału na rury rozstrzygają z reguły względy wytrzymałościowe, przeto na pierwszy plan wysuwa się obliczenie grubości ścianki rury o danym prześwicie tak, aby była zapewniona n-krotna pewność przeciw pęknięciu lub niebezpiecznemu uszkodzeniu rury. Praktykowany sposób obliczenia wytrzymałościowego uwzględnia tylko obciążenie rury ciśnieniem wewnętrznym (odnosi się to przede wszystkim do rur wodociągowych), gdyż to obciążenie jest wcale ściśle określone ciśnieniem roboczym, zwiększonym niekiedy chwilowo wskutek działań dynamicznych przy doraźnym zamknięciu przepływu.

Gdy materiałem rury jest stal, która — jak wiadomo — podlega prawu Hooke'a (praktycznie do granicy plastyczności σ_{pl}), to naprężenie obwodowe σ_t, radialne σ_r i osiowe σ_l określają znane wzory (ścisłe w granicach ważności prawa Hooke'a):

$$[1]\quad \begin{cases} \sigma_t = p \cdot \dfrac{a^2}{b^2 - a^2}\left(\dfrac{b^2}{x^2} + 1\right) \\ \sigma_r = -\, p \cdot \dfrac{a^2}{b^2 - a^2}\left(\dfrac{b^2}{x^2} - 1\right) \\ \sigma_l = p \cdot \dfrac{a^2}{b^2 - a^2} \end{cases}$$

Tutaj oznaczają:
- a promień wewnętrzny
- b „ zewnętrzny
- x „ dowolnego punktu przekroju rury
- p przewyżka ciśnienia wewnątrz rury ponad ciśnienie atmosferyczne.

Ponieważ materiał rury jest w trójwymiarowym stanie napięcia, przeto wytężenie określi tzw. naprężenie sprowadzone czyli zredukowane σ_{red} wyrażające się według nowoczesnej hipotezy energii czystego odkształcenia postaciowego *) równaniem:

$$[2]\quad \sigma_{red}^2 = \sigma_t^2 + \sigma_r^2 + \sigma_l^2 - \sigma_t\,\sigma_r - \sigma_r\,\sigma_l - \sigma_l\,\sigma_t$$

Po podstawieniu wartości i uproszczeniu otrzymujemy:

$$[3]\quad \sigma_{red} = p \cdot \frac{a^2}{b^2 - a^2} \cdot \frac{b^2}{x^2}\sqrt{3}$$

Z równania tego widać, że σ_{red} staje się największe dla $x = a$, tj. że niebezpiecznym miejscem jest wewnętrzna powierzchnia rury, gdzie:

$$[4]\quad \sigma_{red} = p \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{b^2}{b^2 - a^2}$$

Obliczona wartość σ_{red} winna być nie większa od naprężenia na granicy plastyczności, czyli od σ_{pl}.

*) Dla stali i innych metali elasto-plastycznych hipoteza ta okazuje najlepszą zgodność z wynikami licznych pomiarów laboratoryjnych. Por. np. M. T. Huber: Nowoczesne wzory wytrzymałości złożonej (Warszawa), 1930). *Spr. Kwart. Nr 4 Inst. Bad. Techn. Lotn.* Nadto szereg publikacyj inż. Z. Klębowskiego w pismach technicznych i podręczniku *„Technik“*.

A zatem wartość p' ciśnienia, odpowiadającą osiągnięciu granicy plastyczności, określi wzór:

$$[5] \qquad p' = \frac{b^2 - a^2}{b^2\sqrt{3}} \cdot \sigma_{pl}$$

Z wzoru tego można obliczyć także grubość ściany rury $g = b - a$ niezbędną, aby przy danym ciśnieniu roboczym p wytężenie materiału nie przewyższało wartości dopuszczalnej σ_{dop}. Po rozwiązaniu względem g i podstawieniu liczbowej wartości $\sqrt{3}$ znajdujemy:

$$[5a] \qquad g = a\left[\sqrt{\frac{\sigma_{dop}}{\sigma_{dop} - 1{,}732\,p}} - 1\right]$$

Wyraziwszy promień zewnętrzny przez $a + g$, jeżeli g oznacza grubość ściany, możemy wzór (5) napisać w postaci:

$$[6] \qquad p' = \left[1 - \frac{a^2}{(a+g)^2}\right] \cdot \frac{\sigma_{pl}}{\sqrt{3}}$$

albo po rozwinięciu na szereg potęgowy:

$$[6a] \quad p' = \left(\frac{2g}{a} - 3\frac{g^2}{a^2} + 4\frac{g^3}{a^3} - 5\frac{g^4}{a^4} + \ldots\right)\frac{\sigma_{pl}}{\sqrt{3}}$$

Podobnież przy pomocy promienia średniego

$r = \frac{1}{2}(a + b)$ i związków

$a = r - \frac{g}{2}$; $b = r + \frac{g}{2}$ napiszemy:

$$[7] \qquad p' = \left[1 - \left(\frac{r - \frac{g}{2}}{r + \frac{g}{2}}\right)^2\right]\frac{\sigma_{pl}}{\sqrt{3}}, \text{ albo}$$

$$[7a] \quad p' = \left(\frac{2g}{r} - \frac{g^2}{r^2} + \frac{3}{4}\frac{g^3}{r^3} - \frac{1}{2}\frac{g^4}{r^4} + \ldots\right)\frac{\sigma_{pl}}{\sqrt{3}}$$

W wypadku ścianki bardzo cienkiej w stosunku do a i r znajdujemy wzór przybliżony:

$$[8] \qquad p' = \frac{2g}{r} \cdot \frac{\sigma_{pl}}{\sqrt{3}} = 1{,}155\,\frac{g}{r}\,\sigma_{pl}$$

Ciśnienie robocze p winno zatem być n-razy mniejsze od p', jeżeli n oznacza spółczynnik bezpieczeństwa przeciw osiągnięciu granicy plastyczności. Ale plastyczność stali jako materiału rury, objawiająca się znacznym wydłużeniem trwałym przy próbie rozciągania, sprawia, że niebezpieczeństwo pęknięcia zachodzi dopiero przy ciśnieniu p'' przewyższającym znacznie p'. Pisząc więc:

$$[9] \qquad p = \frac{p'}{n'} = \frac{p''}{n}$$

widzimy, że pewność n przeciw pęknięciu musi być tym większa w stosunku do pewności n' przeciw pojawieniu się pierwszych odkształceń trwałych, im większa jest wydłużalność i doraźna wytrzymałość materiału. Stosunek wartości $n : n'$ nie da się niestety wyznaczyć dokładnie na drodze teoretycznej. Jego ocenę przybliżoną znajdujemy jednakże łatwo, przyjmując, że przed rozerwaniem zajdzie równomierny rozkład naprężeń obwodowych na grubości ścianki, a wartość tych naprężeń zbliża się do wytrzymałości doraźnej na rozciąganie R. A zatem

$$[10] \qquad p'' = \frac{R \cdot g}{a}$$

W przedstawionej powyższej teorii wytrzymałości rury stalowej nie uwzględniono trudnego do uchwycenia wpływu złączy na stan napięcia w bezpośredniej bliskości tychże, czyli przyjęto nieograniczoną długość rury o stałym przekroju. Prócz tego pominięto siły osiowe zmniejszające naprężenia σ_t. Siły te zachodzą w rzeczywistości dzięki oporowi tarcia gruntu otaczającego rurę, który działa wbrew jej odkształceniu podłużnemu. Łatwo zauważyć wreszcie, że pominięto również zmianę ciśnienia hydrostatycznego na pionowej średnicy rury, przyjmując milcząco, że zmiana ta jest bardzo mała w porównaniu do wartości ciśnienia w środku przekroju, czyli że średnica rury jest mała w porównaniu do średniej wysokości ciśnienia. Przypadki, w których należałoby liczyć się ze zmiennością ciśnienia na pionowej średnicy rury, należą do wyjątkowych. W piśmiennictwie technicznym spotykamy je, gdy chodziło o rurociągi o bardzo wielkiej średnicy, np. nitowane z blach stalowych, a stosunkowo nieznacznej wysokości ciśnienia. Wtedy każdy z pierścieni elementarnych rury jest narażony także na zginanie.

Ale pominąwszy takie przypadki wyjątkowe, nie można budować oceny wytrzymałościowej rurociągu jedynie na obliczeniu naprężeń uwarunkowanych ciśnieniem wewnętrznym. Albowiem obok tych naprężeń występują także i inne. Ich źródłem są zmiany temperatury, parcie ziemi otaczającej rurę i odkształcenia gruntu, w którym rura jest pogrążona, ponadto pod liniami komunikacyjnymi

działania statyczne i dynamiczne obciążeń pojazdami itp. Rozpatrzymy je po kolei.

Jeżeli rurociąg ułożono i zasypano przy temperaturze t^0, to w najłatwiejszym do ujęcia w rachunek przypadku długiego prostego rurociągu, podwyższenie lub obniżenie temperatury o Δt^0 wywołać musi naprężenie osiowe o wartości:

[11] $$\sigma_l' = \pm E \alpha \Delta t^0$$

jeżeli α oznacza spółczynnik wydłużenia termicznego materiału rury. Znak — odnosi się do przypadku podwyższenia temperatury, który powoduje ciśnienia, a + do przypadku obniżenia temperatury wywołującego ciągnienia. Wielkość σ_l' ulega oczywiście redukcji w odcinkach krótkich rurociągu między dwoma kolanami. Podobnież σ_l' zmniejsza się znacznie przez włączenie do rurociągu urządzeń dylatacyjnych.

Wstawiwszy liczbowe wartości E i α, tj.:
$E = 1\,000\,000$ kg/cm², $\alpha = 0{,}0000105$ dla żeliwa
$E = 2\,000\,000$ kg/cm², $\alpha = 0{,}0000115$ dla stali
otrzymujemy

$$\sigma_l' = \pm 10{,}5 \ \Delta t^0 \text{ dla żeliwa (w kg/cm}^2\text{)}$$
$$\sigma_l' = \pm 23 \ \Delta t^0 \text{ dla stali (w kg/cm}^2\text{)}$$

Znaczy to, że podwyższenie temperatury o 1^0 wywołuje ciśnienia podłużne sięgające 10,5 kg/cm² w rurociągu żeliwnym, zaś 23 kg/cm² w rurociągu stalowym. Naprężenia cieplne w rurociągu stalowym mogą być przeto 2 razy większe od takichże naprężeń w rurociągach żeliwnych. Faktu tego nie można oczywiście interpretować na korzyść rur żeliwnych, albowiem ten sam stosunek 2 : 1 wartości naprężeń wywołanych ciśnieniem wewnętrznym ustalono, jak wiadomo, dla spawanych rur stalowych i rur żeliwnych. Naprężenia termiczne zwiększają przeto w tym samym stosunku wytężenie rur stalowych, co rur żeliwnych.

Parcie ziemi otaczającej rurę powoduje ciśnienia obwodowe i momenty zniekształcające kołowy kontur przekroju, co może w przypadkach wyjątkowo niekorzystnych zwiększyć dość znacznie wytężenie w materiale rury. Niestety wobec znanej niepewności co do rozłożenia parcia ziemi na obwodzie przekroju rury, nie może być mowy o jakiej takiej dokładności obliczenia odpowiednich naprężeń. Jeszcze trudniej byłoby zbadać ilościowo naprężenia dodatkowe, jakie powstają wskutek obciążeń, poruszających się po jezdni położonej nad rurą, albo też wskutek wybuchu bomb lotniczych i pocisków artyleryjskich w czasie wojny.

Co się tyczy wpływu odkształceń gruntu, zależnych od zmian meteorologicznych, od charakteru geologicznego warstw, od obciążenia fundamentami nowych pobliskich budowli itd., to wprawdzie odnośne siły nie dają się ująć ilościowo, jednakże odporność rurociągu na nie da się ocenić w sposób trafnie ustalający porównanie odpowiadającej wartości technicznej rur z różnych materiałów. Albowiem wskutek odkształceń gruntu zajdą zginania rurociągu, a więc zakrzywienia osi rury prostej promieniem ρ. Promień ten będzie widocznie praktycznie niezależny od materiału rury i w granicach sprężystości można napisać:

[12] $$\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI} = \frac{M'}{E'\,I'}$$

przy czym wielkości momentu zginającego M i sztywności zginania $E\,I$ rury z drugiego materiału są odróżnione kreskami. Ponieważ odpowiednie naprężenia σ i σ' we włóknach skrajnych są określone równaniami:

[13] $$\sigma = \frac{M}{I} e\,; \quad \sigma' = \frac{M'}{I'} e'$$

przeto rugując M i M' przy pomocy równań poprzednich, napiszemy:

[14] $$\sigma = \frac{Ee}{\rho}; \quad \sigma' = \frac{E'e'}{\rho}$$

Widać z tego, że naprężenia na zewnętrznej powierzchni rury wywołane danym odkształceniem gruntu są (przy zastrzeżeniach co do granicy proporcjonalności) proporcjonalne do iloczynu modułu sprężystości materiału rury przez jej promień zewnętrzny.

Pomijając niewielką różnicę wartości e i e' rur żeliwnych i stalowych tego samego kalibru, widzimy, że naprężenia odpowiadające w rurach stalowych i żeliwnych miałyby się do siebie znowu mniej więcej jak 2 : 1, gdyby w obu materiałach nie osiągały granicy proporcjonalności. Ale żeliwo — jak wiadomo — tej granicy praktycznie nie posiada. Należy więc poszukać innych kryteriów odnośnej wartości technicznej obu materiałów. Takim kryterium jest niewątpliwie zdolność materiału do odkształceń trwałych czyli jego plastyczna podatność, dająca się mierzyć przy próbie rozciągania pracą odkształcenia aż do zerwania. (Przeciwieństwem plastycznej podatności jest kruchość).

Otóż podatność plastyczna materiału rur stalowych jest wielokrotnie większa od takiejże po-

datności materiału rur żeliwnych i dlatego dość znaczne odkształcenia gruntu wywołują w rurociągu stalowym tylko trwałe zgięcie rury, podczas gdy te same odkształcenia powodują łatwo pęknięcie rury żeliwnej z powodu większej kruchości materiału.

Z tego samego powodu są nadto rury stalowe znacznie odporniejsze na działania dynamiczne różnego rodzaju, jakie zostały wymienione wyżej.

III. Różnice w podstawach obliczenia wytrzymałościowego rur stalowych i żeliwnych. Wnioski.

Wzory stosowane powyżej do obliczenia naprężeń i wytężenia rur stalowych nie nadają się w ogóle do odpowiednich obliczeń dla rur żeliwnych. żeliwo bowiem okazuje tak znaczne zboczenia od prawa Hooke'a, że wzory (1) oparte na klasycznej teorii sprężystości dają w przypadku żeliwa jako materiału rury tylko mniej lub więcej przybliżone wartości naprężeń rzeczywistych. O tym należy zawsze pamiętać przy ocenie pewności obliczenia wytrzymałościowego. Jeszcze większą niepewnością jest obarczony wzór wytrzymałościowy:

$$[15] \qquad \frac{\left(1+\frac{1}{m}\right)b^2+\left(1-\frac{2}{m}\right)a^2}{b^2-a^2}\cdot p=\sigma_{dop}$$

$$\left[\frac{1}{m}=\text{stosunek Poissona}\right]$$

który zwłaszcza pod wpływem autorytetu C. Bacha (por. Bach-Baumann. Elastizität und Festigkeit. Wyd. 9, 1924) rozpowszechnił się wśród inżynierów i zalecany jest do zastosowania przy obliczeniach rur żeliwnych. Bach przyjął dla żeliwa tę samą wartość liczby Poissona, co dla stali, tj. $m=\frac{10}{3}$ czyli nadał mu postać:

$$[15a] \qquad \frac{1{,}3\,b^2+0{,}4\,a^2}{b^2-a^2}\cdot p=\sigma_{dop}$$

Tymczasem wartość m dla żeliwa znaleziono większą od 10/3. Tak np. O. Bretschneider (Forsch.-arb. *V. D. I.* H. 121, 1912) podaje wprawdzie $m=3$ przy małych naprężeniach (do 60 kg/cm²), ale $m=6$ przy naprężeniach sięgających 1 300 kg/cm². W „Handbuch der Experimentalphysik" (t. V, Lipsk 1930, str. 249) znajdujemy dla żeliwa $m=5$ do 9. Oto jeden powód niedokładności powyższego wzoru. Drugi, znacznie nawet donioślejszy, tkwi w jego podstawach teoretycznych, które się opierają na wytrzymałościowej hipotezie największego wydłużenia, związanej z nazwiskami Ponceleta i de Saint-Venanta. Otóż bardzo liczne pomiary doświadczalne bieżącego stulecia nie potwierdzają tej hipotezy, ani w odniesieniu do stali i innych metali elasto-plastycznych, ani tym bardziej do żeliwa. Ponieważ inne hipotezy (jak np. hipoteza niezmienników prof. W. Burzyńskiego) nie przeszły jeszcze przez ogień prób doświadczalnych, przeto z konieczności poprzestajemy na stosowaniu do żeliwa wzoru powyższego, zdając sobie sprawę, że w ten sposób rachujemy tylko z grubym przybliżeniem. Odpowiedni wzór dla grubości ściany rury ma dobrze znaną postać:

$$[16] \qquad g=a\left[\sqrt{\frac{\sigma_{dop}+0{,}4\,p}{\sigma_{dop}-1{,}3\,p}}-1\right]$$

Stojąc na gruncie realnym, nie rozpatrywano wartości technicznej rur z innych materiałów prócz stali i żeliwa, chociaż może niezbyt odległą jest epoka, w której staną do współzawodnictwa jeszcze materiały, nie wchodzące obecnie w rachubę z powodu wysokiej ceny jednostkowej, jak np. stopy glinowe. Pozostawiono nadto na uboczu kwestię mniejszej lub większej odporności na korozję rur stalowych i żeliwnych, gdyż sprawa ta decyduje właściwie o długości żywota rurociągu, a prawie nie ma wpływu na okres jego zdrowia, o którym rozstrzygają własności wytrzymałościowe stanowczo na korzyść rur stalowych, oczywiście pod warunkiem ich należytego zabezpieczenia przed korozją. Warunek ten jest niewątpliwie bardzo dobrze spełniany przy dostawie nowoczesnych rur stalowych, o czym świadczy wieloletnia praktyka. Bez takiego zabezpieczenia byłaby naturalna odporność na korozję rur stalowych znacznie mniejsza od takiejże odporności rur żeliwnych, co mogłoby wpływać na trwanie okresu zdrowia rurociągu.

W warunkach obecnych długie trwanie okresu zdrowia rurociągu stalowego jest w wysokim stopniu zagwarantowane przede wszystkim własnościami wytrzymałościowymi stali, tj. wielką jednolitością wysokiej wytrzymałości, plastyczności i udarności tego materiału, a nadto niemal zupełnym brakiem naprężeń własnych i bardzo cenną własnością łatwej spawalności. Spawanie pozwala

stosować połączenia rur szczelne, bezpieczne i niezawodne, co niewątpliwie zaważy w kalkulacji kosztorysowej inżyniera projektującego rurociąg.

Rury stalowe o złączach spawanych mogą zapewnić największy rzeczywisty stopień bezpieczeństwa rurociągu w miejscach skrzyżowania z ważnymi liniami komunikacyjnymi i dlatego bywają zalecane przez komisje znawców niejednokrotnie w takich przypadkach powoływane *).

*) Podpisany brał przed rokiem udział w takiej komisji z okazji rekonstrukcji skrzyżowania dwu głównych rur wodociągowych z głównymi torami kolejowymi linii średnicowej warszawskiej. Komisja zaleciła jednomyślnie zastosowanie rur spawanych.

Doc. Mgr TEODOR KIRKOR

Wody wgłębne m. st. Warszawy i okolicy.

(Referat na XX Zjazd Gazowników, Wodociągowców i Techników Sanitarnych Polskich w Katowicach i Chorzowie w 1938 r.)

Wody wgłębne zazwyczaj noszą nazwę tych formacyj, z których pochodzą. Na terenie Warszawy najbardziej znane są wodonośne piaski i żwiry dyluwialne (form. dyluwium syst. czwartorzędowego) oraz wodonośne piaski glaukonitowe (form. oligocen syst. trzeciorzędowego) ; rzadziej czerpane są wody z formacji węgla brunatnego (miocen syst. trzeciorzędowego). Wody dyluwialne występują tylko na tzw. płaskowzgórzu Warszawskim, nie ma zaś ich na terenach niżej położonych Pragi i Powiśla. Wody z systemów kredowego i jurajskiego na terenie Warszawy i okolicy dotychczas nie są znane.

Wiele danych, dotyczących geologii i hydrologii Warszawy, znajdujemy w monografii p. t. „Wodociągi i kanalizacja m. st. Warszawy 1886—1936“ (Warszawa, 1937 r.), skąd czerpię niektóre dane dla wstępnego opisu. Obszar Warszawy pod względem morfologicznym dzieli się na dwa regiony:

1) Poziom Warszawski, na którym leży większość historycznej Warszawy, położony średnio na wysokości 110 m nad poziomem morza i teren zniżający się stopniowo ku wysokiemu tarasowi, którego średnia wysokość wynosi 100 ÷ 102 m (teren Żoliborza).

2) Region doliny Wisły, który dzieli się na poziomy tarasu praskiego na wysokości około 85 m nad poziomem morza (Praga, Powiśle, Solec, Czerniaków) oraz niżej położony poziom tarasu zalewowego + 6 ÷ 7 m ponad średni poziom Wisły (Saska Kępa, część Pelcowizny, Siekierki i inne).

Licząc od góry — od powierzchni gruntu — zazwyczaj występują z systemu czwartorzędowego okresy aluwium — postglacjał, dyluwium i preglacjał. Z systemu zaś trzeciorzędowego występują formacje: pliocen czyli iły poznańskie, miocen czyli formacja burowęglowa i oligocen.

Wszystkich utworów, wchodzących w skład podłoża Warszawy, w ustalonej kolejności występowania dla każdego okresu lub formacji w jednym miejscu nigdzie nie spotyka się: zawsze są luki i braki. Grubość warstw poszczególnych utworów, wchodzących w skład jednej formacji, w różnych miejscach jest bardzo rozmaita: od wielu metrów niekiedy zmniejsza się do kilku milimetrów i zupełnego zaniku.

Ponieważ utwory, przez które przenikają wody, lub z którymi pozostają w styczności przez czas dłuższy, tworząc warstwy wodonośne, mają pewien wpływ na własności wody, to niżej podam krótką charakterystykę niektórych utworów.

Znaczna część powierzchni Warszawy pokryta jest nasypem. Rzadko nasypy są z jednolitego materiału; częściej składają się one z mieszaniny śmieci, gruzu, ziemi itp.; grubość ich waha się od 0 do 20 m, często około 5 m, np. zasypane glinianki, nasypy niwelacyjne, zasypane stawy, starorzecza i inne. W skład utworów postglacjalnych wchodzą: piaski rzeczne często z soczewkami zielonkawych iłów, zawierającymi ułamki słabo zwęglonego drzewa; mady tj. osady rzeczne, zbudowane z mieszaniny ziarn mułu z domieszką iłu i piasku ze szczątkami detritusu roślinnego, oraz piaski wydmowe i torfy.

Do utworów dyluwialnych należą: piaski lodowcowe, piaski międzylodowcowe, muły, kurzawki, moreny, derywaty morenowe, iły warwowe oraz utwory jeziorne: iły, kredy jeziorne, ziemia okrzemkowa i torfy jeziorne. Najbardziej charakterystyczną cechą utworów dyluwialnych jest ich wapnistość (marglistość). Moreny zawierają do kilkunastu procent i więcej węglanu wapnia. Iły warwowe zawierają od 15 do 20% węglanu wapnia.

Dla orientacji przytoczę tutaj definicję używanych terminów petrograficznych (l. c. str. 590). Osady dzielą się według wielkości ziarn, z których zostały zbudowane.

Nazywają się one przy wielkości elementów:

powyżej 50	cm	— głazami
50 — 10	cm	— kamieniem
10 — 1	cm	— żwirem
1 — 0,2	cm	— żwirkiem
0,2 cm — 0,5	mm	— piaskiem grubym
0,5 mm — 0,25	mm	— „ średnim
0,25 mm — 0,1	mm	— „ drobnym
0,1 mm — 0,005	mm	— mułem
poniżej 0,005	mm	— iłem.

Mieszanina mułu, iłu i piasku nosi nazwę gliny. Domieszka do utworu $CaCO_3$ powoduje wapnistość (marglistość). Przy zawartości $CaCO_3$ od 1/3 do 2/3 utwory nazywają się marglem. Obecność $CaCO_3$ w ilości większej niż 2/3 daje wapienie ilaste lub piaszczyste. Przy ilości $CaCO_3$ większej niż 4/5 będą wprost wapienie.

Szczątki roślinne, częściowo zwęglone na powierzchni lub pod nią, nazywają się torfami. Moreny jest to materiał lodowcowego pochodzenia, niesegregowany i niewarstwowany, złożony z głazów, kamieni, żwiru, piasku, mułu i iłu w rozmaitym stosunku z poważną kilkunastoprocentową domieszką węglanu wapnia. Kurzawki są to piaski drobne lub muły, przesycone wodą, znajdujące się pod ciśnieniem.

Iły poznańskie (pliocen) stanowią serię, która pod Warszawą ma grubość ponad 100 m. Iły plastyczne bez obcych domieszek w wodzie mało pęcznieją, dla wody są praktycznie całkowicie nieprzepuszczalne.

Skład przeciętny iłów poznańskich spod Poznania według J e n t s c h a jest następujący (l. c. str. 600):

SiO_2	61 %	K_2O	1,3
Al_2O_3	19,6	Na_2O	0,66
Fe_2O_3	4,6	SO_3	0,44
MnO	1,4	P_2O_5	0,08
CaO	1,1	CO_2	0,22
MgO	1,1	H_2O	4,8

Strata przy prażeniu 5,8.

Pod utworami iłów poznańskich leżą piaski z wkładkami węgla brunatnego (formacja burowęglowa — miocen). Piaski te zazwyczaj mają barwę szarą lub brunatną, rzadziej białą. Większość ziarn piasku jest oklejona pyłem zwęglonych roślin, który powoduje zabarwienie piasków.

Piaski i muły glaukonitowe (form. oligocen) są szaro-zielone, zielonkawe lub zielone, bezwapienne lub słabo wapniste. Charakterystyczną cechą piasków i mułów jest brak utlenienia, wskutek czego występuje obficie piryt i glaukonit. Ziarna glaukonitu często mają powierzchnię szarą, zamazaną, po zalaniu zaś kwasem solnym występuje wyraźna barwa zielona. Poniżej oligocenu leży kreda górna systemu kredowego. Górna kreda przedstawia szare margle (wapienie ilaste), zawierające około 63% $CaCO_3$.

Badania wykazały, że utwory systemu kredowego tworzą na Mazowszu i w Prusach tzw. nieckę Prusko-Mazowiecką, a Warszawa leży nieomal w najgłębszej jej części (prof. J. L e w i ń s k i). Jednostkę hydrologiczną stanowi teren, położony między Liwcem, Bugiem, Narwią, Wisłą i Świdrem o powierzchni około 3 000 km^2.

Utwory oligoceńskie (piaski glaukonitowe) i leżąca nad nimi formacja burowęglowa, niekiedy oddzielona iłami, stanowią potężny obszar wodonośny, zasilany wodami powierzchniowymi, przenikającymi w głąb ziemi. Obszar infiltracyjny dla wód tego poziomu dosięga krawędzi niecki Mazowieckiej, gdzie utwory oligoceńskie i mioceńskie wychylają się na powierzchnię, wznosząc się ponad 100 m nad poziomem Bałtyku.

Ponieważ obszar utworów wodonośnych przykryty jest grubą warstwą iłów poznańskich (pliocenu), nieprzepuszczalnych, lub bardzo słabo przepuszczalnych, to wody tego obszaru znajdują się pod znacznym ciśnieniem hydrostatycznym i wznoszą się w otworach wiertniczych do $93 \div 98$ m ponad poziom morza.

Na płaskowzgórzu Warszawskim wody podnoszą się w rurach średnio do $15 \div 20$ m powyżej 0 Wisły, tj. zależnie od miejscowych i innych warunków do $5 \div 12$ m pod powierzchnią ziemi. Na Pradze i Powiślu, które są niżej położone, wody wytryskują nad powierzchnię ziemi w postaci fontanny, a w rurach podnoszą się od kilku do kilkunastu metrów ponad powierzchnią ziemi.

W o d y d y l u w i a l n e.

Wody dyluwialne, zależnie od miejscowych i innych warunków, na płaskowzgórzu Warszawskim zalegają na głębokości do $50 \div 60$ m, a pod-

noszą się w rurach do 5 ÷ 12 m pod powierzchnią ziemi. Dla charakterystyki wód dyluwialnych, przytaczam poniżej opisanie pokładów jednego z otworów wiertniczych na terenie Warszawy, oraz wyniki badania kilku prób wody. Opisanie pokładów wziąłem z pracy jednego z najstarszych naszych hydrologów B. Rychłowskiego pt. „Materiały do Hydrologii Rzeczypospolitej Polskiej" (Warszawa, 1930 r.).

Próby nr 1 i 2 pobrane zostały z otworów wiertniczych o głębokości około 50 m w dzielnicy Warszawy, gęsto zamieszkanej, próby zaś nr 3 i 4 pochodzą z dzielnicy mało zamieszkanej i z otworów płytszych.

Profil geognostyczny.

Głębok.	Miąższość	Opisanie pokładów (Dyluwium)
0,0 — 1,10	1,10	Nasyp
1,10 — 7,00	5,90	Margiel piaszczysty żółto-szary
7,00 — 11,70	4,70	Pył kwarcowy, nieco gliniasty, żółty jasny
11,70 — 13,50	1,80	Margiel piaszczysty z głazikami, szary
13,50 — 14,05	0,55	Piasek kwarcowy, złożony z ziarn i okruchów skalnych, słabo scementowany lepiszczem marglistym, szary
14,05 — 17,80	3,75	Margiel piaszczysty z głazikami, szary
17,80 — 21,30	3,50	Piasek kwarcowy miałki, nieco marglisty, szary
21,30 — 23,80	2,50	Piasek kwarcowy średnioziarnisty z głazikami, szary
23,80 — 31,30	7,50	Piasek kwarcowy średnioziarnisty, nieco gliniasty, szary
31,30 — 33,00	1,70	Ił gliniasty szaro-brunatny
33,00 — 41,50	8,50	Piasek miałki nieco gliniasty, szary
41,50 — 48,00	6,50	Żwir, złożony z otoczków i okruchów skalnych, z piaskiem
48,00 — 51,40	3,40	Piasek kwarcowy miałki z okruchami skalnymi, szary

Profil geognostyczny wykazuje powtarzające się uwarstwowienia marglu piaszczystego, piaski nieco gliniaste i margliste, a na głębokości 31,30÷33,0 m warstwę iłu gliniastego szaro-brunatnego. Na głębokości 51,40 ustawiono filtr siatkowy; drugi otwór ma głębokość 50,3 m. Poziom wody niżej terenu 6,5 i 8,0 m.

Wszystkie 4 próby (tabl. I) zawierają bardzo mało związków organicznych, a dużo związków mineralnych, spośród których największą ilość stanowią siarczany wapnia (około połowy). Następnie idą węglany wapnia i chlorki. Duża ilość siarczanu wapnia powoduje, że we wszystkich próbach twardość stała stanowi około połowy ogólnej twardości. Spośród kationów we wszystkich 4 próbach dominuje wapń, a z anionów: SO_4'' i HCO_3'. Próby powyższe wcale nie zawierają węglanu sodu.

Najważniejsze składniki wykazują następujące wahania: siarczan wapnia $CaSO_4$ od 240,8 do 478,8 mg/l, przeciętnie 386 mg/l ($CaSO_4 . 2 H_2O$ 488 mg), węglany wapnia i magnezu od 183,3 do 374 mg/l, przeciętnie 283,3 mg/l; chlorki NaCl od 56,1 do 165 mg/l, przeciętnie 115,5 mg/l. Ogólna ilość tych trzech składników stanowi od 480,2 mg/l do 1 017,8, przeciętnie 784,8 mg/l, twardość ogólna od 20,2 do 40,8°, twardość węglanowa (przemijająca) od 10,4 do 20,7°, a stała od 9,8° do 20,1° niem.; ilość tlenku wapnia od 157 do 327 mg/l, przeciętnie 262,2 mg/l, tlenku magnezu od 30,6 do 57,0 mg/l, przeciętnie 39,5 mg/l; dla utlenienia związków organicznych potrzeba od 4,7 do 8,8 mg/l $KMnO_4$, przeciętnie 6,0 mg/l; ilość związków żelaza (dwuwęglanu) dość duża. W płytszych studniach znajdowały się azotany i to w większej ilości.

Woda z otworów nr 1 i 2 była badana wkrótce po wykonaniu studzien w 1925 r.; wyniki tych badań, ogłoszone drukiem przez B. Rychłowskiego[1]), przytaczam.

Analiza (mg na litr)	Otwór 1	Otwór 2
Pozostałości suchej po odparowaniu	906,3	987,2
Straty po prażeniu osadu	20,2	15,1
Pozostałości mineralnej bezwodnej	886,1	972,1
Azotynów	nie ma	nie ma
Azotanów	nie ma	nie ma
Chlorków (Cl')	92,5	99,4
Siarczanów (SO_4'')	256,8	271,3
Utlenialność tlenu O	7,1	4,4

[1]) Loc. cit., t. 3, str. 1278 ÷ 1281.

Żelaza ($Fe^{\cdot\cdot}$)	8,01	8,01
Twardość ogólna (stopni niem.)	36,34	39,57
„ stała	14,98	15,70
„ przemijająca	21,36	23,87
Tlenku wapnia (CaO)	300,8	302,0
Tlenku magnezu (MgO)	37,6	66,2
Kwasu węglowego (CO_2) wolnego	6,6	2,6
Kwasu węglowego (CO_2) związanego	166,2	193,1
Krzemionki (SiO_2)	4,5	10,6

Przy porównaniu wyników badania dawniejszych z obecnymi, dają się zauważyć pewne zmiany, lecz stosunkowo niewielkie, różnica zaś w ilości niektórych składników jest nawet bardzo mała. Ogólna charakterystyka tych wód, wynikająca z danych analizy sprzed 12 laty i obecnej, pozostaje bez zmiany.

Tablica II zawiera zestawienie 4 prób wody z terenu Pruszkowa i 2 prób z Żyrardowa; wszystkie one pochodzą z otworów wiertniczych z formacji dyluwialnej. Głębokość otworów w Pruszkowie 23 ÷ 32 m, w Żyrardowie 35 i 44 m; poziom wody niżej terenu 2 ÷ 4 m.

Wyniki badania wykazują, że skład tych prób, pod względem ilościowym, ma dużą rozpiętość: ogólna ilość części stałych waha się od 140 do 825 mg w litrze. Podobnie znacznym wahaniom ulegają i inne składniki. W ogólnym zarysie można byłoby stwierdzić, że w tych próbach ilość siarczanów zbliżona jest do ilości węglanów, chlorków zaś jest mniej. Przeciętną ilość z 6 prób stanowią: siarczan wapnia $CaSO_4$ 161,9 mg/l, dwuwęglany wyrażone jako $CaCO_3$ 155,3 mg/l i chlorki NaCl 111,4 mg/l.

Tablica I.

Wyniki badania wody z otworów wiertniczych na terenie m. st. Warszawy, czerpiących wodę z utworów dyluwialnych.

Części składowe w mg na litr	Nr 1 głęb. 51,4 — 6,5	Nr 2 głęb. 50,3 — 8,0	Nr 3 głęb. około 30 m	Nr 4 głęb. około 25 m	Przeciętnie
Suchej pozostałości 110° C	1 080,0	1 145,0	885,0	600,0	927,5
$CaSO_4 + CaCO_3 + NaCl$	922,6	1 017,8	718,9	480,2	784,8
Azotynów (NO_2')	0,05	0,05	0,1	śl.	—
Azotanów (NO_3')	n.	n.	41,0	30,0	—
Chlorków (Cl')	92,0	100,0	54,0	34,0	70,0
Chlorku sodu (NaCl)	151,8	165,0	89,1	56,1	115,5
Siarczanów (SO_4'')	321,0	338,0	261,0	170,0	272,5
Siarczanu wapnia ($CaSO_4$)	454,8	478,8	369,8	240,8	386,0
Siarkowodoru (H_2S)	n.	n.	n.	n.	n.
Utlenialność ($KMnO_4$)	5,6	4,7	8,8	5,0	6,0
Amonu ($NH_4^{\cdot}$)	n.	n.	n.	n.	n.
Magnezu ($Mg^{\cdot\cdot}$)	23,0	34,0	18,4	19,2	23,65
Wapnia ($Ca^{\cdot\cdot}$)	221,7	233,6	182,1	112,1	187,4
Żelaza ($Fe^{\cdot\cdot}$)	8,2	13,5	—	—	—
Twardość ogólna ° niem.	36,4	40,8	29,9	20,2	31,8
„ węglanowa „	17,3	20,7	14,8	10,4	15,8
„ stała „	19,1	20,1	15,1	9,8	16,0
Dwuwęglanów wapnia i magnezu jako $CaCO_3$	316,0	374,0	260,0	183,3	283,3
Tlenku wapnia (CaO)	310,4	327,0	255,0	157,0	262,2
Tlenku magnezu (MgO)	38,3	57,0	30,6	32,0	39,5

Profile geognostyczne otworów wiertniczych w Pruszkowie.

Głębokość	Miąższość	Opisanie pokładów
0,00 — 1,98	1,98	Gleba torfiasta
1,98 — 6,70	4,72	Piasek kwarcowy miałki biały
6,70 — 10,36	3,66	Piasek gruboziarnisty, żwir i głazy
10,36 — 17,98	7,62	Margiel lodowcowy szary
17,98 — 21,63	3,65	Pył gliniasto-marglisty
21,63 — 21,94	0,31	Żwir i głazy

Poziom wody niżej terenu — 0,76.

Głębokość	Miąższość	Opisanie pokładów
0,00 — 5,00	5,00	
5,00 — 8,90	3,90	Piasek miałki z głazami żółty
8,90 — 13,50	4,60	Piasek kwarcowy, miałki żółty
13,50 — 24,70	11,20	Piasek kwarcowy, średnioziarnisty szaro-żółty
24,70 — 27,90	3,20	Piasek jak wyżej, lecz z głazikami i okruchami skalnymi
27,90 — 32,00	4,10	Żwir złożony z otoczaków i okruchów skalnych z piaskiem kwarc. średnioziarnistym, szary, jasny.

Poziom wody niżej terenu — 4,50.

Tablica II.

Wyniki badania wody z otworów wiertniczych na terenie Pruszkowa i Żyrardowa, czerpiących wodę z utworów dyluwialnych.

Części składowe w mg na litr	Pruszków				Żyrardów		Przeciętnie
	Nr 1 gł. 22 m — 0,76	Nr 2 gł. 32 m — 4,50	Nr 3 gł. 23 m — 2,25	Nr 4 gł. 28 m — 4.—	Nr 5 gł. 35 m	Nr 6 gł. 44 m — 4.—	
Suchej pozostałości 110° .	435,0	427,0	281,5	140,0	825,0	720,0	471,4
$CaSO_4 + CaCO_3 + NaCl$.	389,7	325,9	280,5	118,7	798,4	658,1	428,6
Azotynów (NO_2') . .	0,05	śl.	0,02	0,05	n.	n.	—
Azotanów (NO_3') . .	5,0	n.	n.	10,0	n.	n.	—
Chlorków (Cl') . . .	75,0	26,0	25,0	16,0	150,0	113,0	67,5
Chlorku sodu (NaCl) .	123,8	42,9	41,2	26,4	247,5	186,4	111,4
Siarczanów (SO_4'') . .	128,4	138,0	84,2	36,3	196,0	146,0	121,5
Siarczanu wapnia ($CaSO_4$)	181,9	137,0	119,3	51,3	277,7	204,0	161,9
Siarkowodoru (H_2S) . .	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.
Utlenialność ($KMnO_4$) .	3,4	5,0	3,2	4,4	13,0	14,6	7,27
Amonu ($NH_4^{\cdot}$) . . .	n.	0,10	n.	n.	0,3	0,4	—
Magnezu ($Mg^{\cdot\cdot}$) . . .	—	—	—	—	—	—	—
Wapnia ($Ca^{\cdot\cdot}$) . . .	87,5	98,4	83,1	31,5	191,0	165,1	109,6
Żelaza ($Fe^{\cdot\cdot}$) . . .	ob.	—	—	—	ob.	ob.	—
Twardość og. ° niem. .	12,3	13,7	11,6	4,4	26,5	23,1	15,3
„ węglan. ° niem.	4,7	8,1	6,7	2,3	15,3	15,0	8,7
„ stała ° niem. .	7,6	5,6	4,9	2,1	11,2	8,1	6,6
Dwuwęglanów wapnia i magnezu jako $CaCO_3$.	84,0	146,0	120,0	41,0	273,2	267,7	155,3
Siarczanu sodu (Na_2SO_4) .	—	60,6	—	—	—	—	—

Zestawiając wyniki badania 10 prób z tablicy I i II, pochodzących z pokładów dyluwialnych w Warszawie i okolicy, przede wszystkim można stwierdzić bardzo duże wahania w składzie chemicznym prób, pochodzących z różnych otworów studziennych. Tak, sucha pozostałość waha się od 140 do 1 145 mg/l, ilość chlorków od 16 do 150 mg/l (NaCl 26,4 do 247,5 mg/l), siarczanów SO_4'' od 36,3 do 338 mg/l ($CaSO_4$ 51,3 do 479 mg/l), żelaza od 0,0 do 13,5 mg/l, amoniaku 0,0 do 0,4 mg/l, azotynów od 0,0 do 0,1 mg/l, azotanów od 0,0 do 41,0 mg/l, utlenialność związków organicznych ($KMnO_4$) od 3,2 do 14,6 mg/l, twardość ogólna od 4,4° do 40,8° niem., twardość węglanowa od 2,3° do 20,7°, twardość stała od 2,1° do 20,1°, ilość tlenku wapnia (CaO) do 327 mg/l i magnezu (MgO) do 57 mg/l.

Zwraca na siebie uwagę, że we wszystkich prawie próbach, niezależnie od ogólnej ilości części stałych, ilość siarczanów jest większa lub też nawet znacznie większa od ilości węglanów i chlorków. Tak, przeciętne z tablicy I dla 4 prób: siarczanów $CaSO_4$ 386 mg/l ($CaSO_4 . 2H_2O$ 488 mg/l), węglanów $CaCO_3$ 283,3 mg/l, a chlorków NaCl 115,5 mg/l. Dla 6 prób z tablicy II przeciętne: siarczanów $CaSO_4$ 161,9 mg/l ($CaSO_4 . 2H_2O$ 204 mg/l), węglanów $CaCO_3$ 155,3 mg/l i chlorków NaCl 111,4 mg/l. Woda przeważnie zawiera b. mało związków organicznych i wcale nie zawiera węglanu (dwuwęglanu) sodu.

W Ostrołęce (woj. białostockie) jest kilka otworów wiertniczych, które czerpią wodę z formacji dyluwialnej na głębokości około 70 m. Woda podnosi się wyżej terenu do 2 m. Niżej podaję opisanie pokładów z otworów wg B. R y c h ł o w s k i e g o (l. c.) i M. H r y n i e w i e c k i e g o (osobiście mi dane), oraz wyniki badania tej wody. Pobrano i zbadano kilka prób z różnych otworów w Ostrołęce, przytaczam tylko jeden wynik, gdyż wszystkie wyniki są do siebie bardzo zbliżone.

Dla porównania podaję jednocześnie wynik badania wody dyluwialnej z otworu o głębokości 80 m z okolicy Ostrołęki bliżej Małkini. Poziom wody w tym otworze niżej terenu 10 m.

Ostrołęka, Woj. Białostockie.

Profil geognostyczny otworu wiertniczego na Nowym Rynku.

Głębokość	Miąższość	Opisanie pokł. (Dyluw.)
0,00 — 1,20	1,20	Nasyp
1,20 — 4,90	3,70	Piasek kwarcowy średnioziarnisty żółto-szary
4,90 — 8,00	3,10	Piasek kwarcowy gruboziarnisty szary
8,00 — 16,65	8,65	Piasek kwarcowy miałki szary
16,65 — 19,20	2,55	Ił marglisty szary
19,20 — 31,80	12,60	—
31,80 — 33,00	1,20	Ił marglisty szary
33,00 — 38,30	5,30	—
38,30 — 46,40	8,10	Ił marglisty szary
46,40 — 50,70	4,30	Ił margl. smugowy szary
50,70 — 53,45	2,75	Piasek kwarcowy średnioziarnisty szary
53,45 — 55,58	2,13	Piasek miałki nieco gliniasty szary
55,58 — 58,00	2,42	Piasek kwarcowy miałki szary
58,00 — 60,50	2,50	—
60,50 — 62,75	2,25	Piasek miałki szary
62,75 — 70,50	7,75	Żwir z okruchów skalnych z piaskiem kwarcowym szarym
70,50 —		Ił marglisty piaszczysty szary

Poziom wody wyżej terenu 0,87.

Ostrołęka.

Głębokość otworu wiertniczego 73 m; pokład eksploatacyjny piaski dyluwialne.

Układ pokładów.

Głębokość	Miąższość	
0 do 3,00 m	3,0 m	Piasek żółty
3 „ 6,30 „	3,30 „	Glina ciemna
6,30 „ 8,50 „	2,20 „	Piasek
8,50 „ 16,50 „	8,00 „	Mułek ilasty
16,50 „ 27,00 „	10,50 „	Piasek
27,00 „ 57,00 „	30,00 „	Muł twardy ilasty
57,00 „ 73,00 „	16,00 „	Piasek wodonośny

Wyniki badania (mg/l).

	Ostrołęka	Okolica Małkini
Suchej pozostałości	302,0	710,0
Azotynów (NO_2')	0,05	nie ma
Azotanów (NO_3')	nie ma	30,0
Chlorków (Cl′)	3,0	100,0
Chlorku sodu (NaCl)	5,0	165,0
Siarczanów (SO_4'')	ślady	168,0

Amoniaku ($NH_4^{\cdot}$)	1,3	nie ma
Żelaza ($Fe^{\cdot\cdot}$)	5,3	—
Utlenialność ($KMnO_4$)	12,7	4,1
Twardość ogólna ⁰ niem.	11,7	24,9
„ węglanowa „	11,7	15,1
„ stała „	0,0	9,8
Węglanu wapnia ($CaCO_3$)	209,0	268,4
„ sodu (Na_2CO_3)	43,7	nie ma

Z przeliczenia wynika, że w Ostrołęce węglan wapnia ($CaCO_3$), chlorek sodu (NaCl) i węglan sodu (Na_2CO_3) razem stanowią 257,7 mg/l; węglany żelaza i amonu oraz krzemionka i związki organiczne stanowią razem około 42 mg/l. Część więc mineralną stanowią prawie wyłącznie węglany wapnia i sodu (209 mg + 43,7 mg), przy znikomo małej ilości chlorków i siarczanów (5 mg).

W drugiej zaś próbie część mineralną stanowią: węglan wapnia 268,4 mg/l, siarczan wapnia 238 mg/l i chlorek sodu 165 mg/l, razem więc 671,4 mg/l. Węglanu sodu nie ma wcale. Pozostałe składniki stanowią 28,6 mg/l.

Przy zestawieniu wyników badania tych dwóch prób z wynikami badania, znajdującymi się w tablicy I i II, widzimy, że woda z okolicy Małkini jest bardzo zbliżona do wód warszawskich, względnie żyrardowskich i odpowiada ogólnej charakterystyce wód dyluwialnych, woda zaś z Ostrołęki bardziej jest zbliżona do wód z formacji węgla brunatnego, jak to później zobaczymy.

Analizując czynniki, które mogłyby mieć wpływ na własności tak odrębne wód dyluwialnych m. Ostrołęki, najbardziej zwraca na siebie uwagę fakt, że wody te są zabezpieczone z góry stosunkowo grubą warstwą (20 ÷ 35 m) iłu marglistego trudno lub wcale wodonieprzepuszczalnego, czego nie mamy w żadnym z pozostałych otworów dyluwialnych, o których była mowa przy wynikach tablicy I i II. Następnie możnaby nadmienić, że tereny, na których wykonane zostały otwory w Ostrołęce, są względnie czyste. Nie zdaje mi się jednak, aby te czynniki wyczerpywały inne możliwości i decydowały. Dość znaczna głębokość otworów widocznie również nie ma większego znaczenia, gdyż woda z otworu o głębokości 80 m jest dość zbliżona do wód np. Żyrardowa lub Warszawy z otworów o głębokości 30 ÷ 40 m.

W otworze o głębokości 80 m woda podnosi się do 70 m, tj. do 10 m niżej terenu. Przekrój geognostyczny tego otworu wykazuje na głębokości 19,3 ÷ 24,4 m margiel ilasty, od 28,3 ÷ 36,10 ił zielonkawy i od 47,10 ÷ 55,40 m margiel.

Wracając do wód dyluwialnych (tabl. I i II), pozwolę sobie zatrzymać się pokrótce na niektórych czynnikach, które, moim zdaniem, mają przeważny wpływ na ich charakterystykę. Znaczną ilość związków wapnia łatwo wytłumaczyć tym, że otwory dyluwialne są margliste i wapń przechodzi do roztworu w postaci dwuwęglanów i siarczanów. Dwuwęglany powstają na skutek obecności wolnego bezwodnika kwasu węglowego.

Prawie wszystkie próby wody dyluwialnej wykazały obecność siarczanów w dość dużej ilości, większej nawet niż chlorków. Należy przyjąć założenie, że wody dyluwialne powstają z wód przesiąkających w głąb z powierzchni ziemi. Wody powierzchniowe mogą być dwojakiego rodzaju: o charakterze opadów atmosferycznych i ścieków. Opady atmosferyczne, przesiąkające w głąb, będą zawierały tyle i takich składników, ile wyługują one z warstw gleby, przez które przesiąkają; wody zaś ściekowe miejskie zazwyczaj zawierają siarczanów nie wiele więcej, niż woda, używana do picia i gospodarstwa domowego. Poza tym siarczany powstają również ze związków organicznych o charakterze białek oraz z siarczków w górnych warstwach gleby, na skutek procesów biochemicznych utleniających, i następnie mogą być wyługowane.

Wody ściekowe miejskie, wypływające z drenażu pól irygacyjnych, zależnie od wielu warunków, zawierają rozmaite ilości siarczanów i chlorków, przeważnie jednak bywa, że ilość chlorków jest większa, niż ilość siarczanów. W dużym przybliżeniu stosunek ten wyraża się jak 2:1, rzadziej jak 1:1, i tylko w wyjątkowych wypadkach siarczanów bywa więcej niż chlorków. König podaje, jako przeciętne z wielu miast i wielu prób, chlorków 252 mg/l i siarczanów 115 mg/l. W glebie zanieczyszczonej powstawanie siarczanów może mieć charakter stały, wskutek czego w wodach zaskórnych miast nieskanalizowanych często spotykałem siarczanów więcej niż chlorków.

W zbadanych wodach dyluwialnych mamy siarczanów 2 ÷ 4 razy więcej niż chlorków; jeżeliby wszystkie chlorki pochodziły z zewnątrz z powierzchni ziemi, to nadmierną ilość siarczanów w stosunku do chlorków można wytłumaczyć albo równomiernym stałym powstawaniem siarczanów w wierzchnich warstwach gleby i następnie powolnym wyługowywaniem, albo też obecnością

w utworach dyluwialnych poza węglanem wapnia gipsu, chociażby w małej ilości, lub też i jednym i drugim. Wskazań na obecność gipsu w utworach dyluwialnych dotychczas nie było. Gdyby tak rzeczywiście było, to pozostawałby wniosek, że wszystkie siarczany, jak i chlorki pochodzą z zewnątrz, z wierzchnich warstw gleby i powierzchni ziemi.

Wody systemu trzeciorzędowego.

Wody, należące do systemu trzeciorzędowego i zalegające poniżej pliocenu iłów poznańskich, których miąższość sięga do 100 ÷ 120 m, na podstawie wyników badania ich własności chemicznych można byłoby rozdzielić na trzy, względnie na cztery grupy. Wyniki badania prób, które zaliczam do pierwszej grupy, zebrane są w tabl. III. Przekroje geognostyczne trzech otworów wiertniczych, z których te wody pochodzą, biorę z pracy B. Rychłowskiego[2]. Z opisu przekrojów wynika, że jeden otwór czerpie wodę z warstw dyluwialnych (na głębokości 51,5 m), drugi — z formacji węgla brunatnego (na głębok. 202 m), a trzeci — z piasków glaukonitowych (na głębokości 262 m).

Nr 1 Warszawa, ul. Krochmalna nr 59.

Profil geognostyczny

Głębokość	Miąższość	Opisanie pokładów
0 — 1,00	1,00	Nasyp
1,00 — 1,30	0,30	Pył kwarcowy z resztkami organicznymi
1,30 — 1,80	0,50	Pył kwarcowy gliniasty rdzawo-żółty
1,80 — 8,20	6,40	Piasek kwarcowy miałki żółto-rdzawy
8,20 — 12,50	4,30	Piasek kwarcowy średnioziarnisty z okruchami skalnymi i dużą ilością okruchów wapiennych
12,50 — 14,50	2,00	Piasek kwarcowy miałki z okruchami skalnymi i dużą ilością okruchów wapiennych, szaro-żółty
14,50 — 19,60	5,10	Margiel lodowcowy z głazikami, szary
19,60 — 22,00	2,40	Piasek kwarcowy miałki szary
22,00 — 25,10	3,10	Piasek kwarcowy średnioziarn. rdzawo-szary
25,10 — 26,80	1,70	Margiel lodowcowy piaszczysty szary
26,80 — 29,70	2,90	Piasek kwarcowy średnioziarnisty szaro-żółty
29,70 — 30,00	0,30	Piasek kwarcowy miałki rdzawo-żółty
30,00 — 30,20	0,20	Ił kwarcowy marglisty z miką, szary jasny
30,20 — 31,00	0,80	Piasek kwarcowy z okruchami skalnymi, szaro-żółty
31,00 — 31,75	0,75	Glina plastyczna z pyłem węgla brun., ciemna
31,75 — 37,00	5,25	Pył kwarcowy z lepiszczem gliniastym, szary jasny
37,00 — 42,00	5,00	Piasek kwarcowy z okruchami skalnymi, szary
42,00 — 46,00	4,00	Piasek kwarcowy gruboziarnisty, szary
46,00 — 48,00	2,00	Żwir, złożony z okruchów skalnych, szaro-ciemny
48,00 — 50,00	2,00	Pył kwarcowy gliniasty z miką, szary, jasny
50,00 — 52,00	2,00	Pył kwarcowy gliniasty szary, jasny
52,00 — 54,00	2,00	Glina plastyczna pstra czerwono-szara
54,00 — 57,00	3,00	Glina plastyczna szaro-czerwona
57,00 — 59,50	2,50	Glina plastyczna szaro-żółta
59,50 — 61,50	2,00	Glina plastyczna szaro-ciemna
61,50 — 100,6	39,10	Glina plastyczna z włączeniami konglomeratów kwarcowo-wapiennych, szaro-jasnych
100,6 — 116,0	15,4	Pył kwarcowy gliniasty szaro-żółty jasny
116,0 — 128,0	12,0	Glina plastyczna pstra
128,0 — 129,0	1,0	Glina plastyczna szara jasna
129,0 — 140,0	11,0	Glina marglista szaro-żółta
140,0 — 142,0	2,0	Pył kwarcowy gliniasty szaro-żółty, jasny

[2]) Loc. cit., t. 3, poz. 630, 631 i 632.

142,0	— 153,0	11,0	Glina plastyczna szaro-żółta, jasna
153,0	— 155,0	2,0	Pył kwarcowy jasny
155,0	— 168,0	13,0	Pył kwarcowy gliniasty szaro-żółty
168,0	— 171,5	3,5	Pył kwarc. żółty jasny
171,5	— 174,0	2,5	Glina plastyczna szara jasna
174,0	— 177,5	3,5	Pył kwarcowy gliniasty z miką szaro-żółty
177,5	— 184,7	7,2	Piasek kwarcowy z okruchami węgla brunatnego, drewna i konglomeratami
184,7	— 185,3	0,6	Drewno silnie zwęglone
185,3	— 189,0	3,7	Piasek kwarcowy zanieczyszczony pyłem węgla brunatnego
189,0	— 194,0	5,0	Piasek kwarcowy z małą ilością pyłu węgla brun.
194,0	— 202,0	8,0	Pył kwarcowy z miką, zanieczyszczony pyłem węgla brunatnego
202,0			Piasek średnioziarnisty z okruchami węgla brunatnego, szary.

Poziom wody niżej terenu 18,5 m.
Na głębokości 202,0 m ustawiono filtr siatkowy.

Nr 2 Warszawa, ul. Krochmalna nr 59.

Profil geognostyczny.

Głębokość	Miąższość	Opisanie pokładów
0 — 7,90	7,90	—
7,90 — 11,80	3,90	Piasek i żwir
11,80 — 13,60	1,80	Piasek miałki
13,60 — 18,17	4,57	Glina i żwir, szare
18,17 — 18,77	0,60	Piasek miałki żółty
18,77 — 22,12	3,35	Piasek miałki biały
22,12 — 23,02	0,90	Piasek i żwir
23,02 — 27,26	4,24	Glina plastyczna pstra
27,26 — 28,16	0,90	Ił marglisty
28,16 — 30,29	2,13	Piasek gruboziarnisty biały
30,29 — 32,99	2,70	Piasek gruboziarnisty szary
32,99 — 34,19	1,20	Glina czarna
34,19 — 36,30	2,11	Ił szary
36,30 — 38,10	1,80	Ił czarny
38,10 — 41,45	3,35	Piasek gruboziarnisty gliniasty
41,45 — 44,20	2,75	Piasek gruboziarnisty i żwir
44,20 — 44,50	0,30	Żwir
44,50 — 51,50	7,00	Glina szara.

Na głębokości 51,50 m założono filtr siatkowy.
Poziom wody niżej terenu — 8,53 m.

Nr 3

Profil geognostyczny.

Głębokość	Miąższość	Opisanie pokładów
0,00 — 52,00	52,00	———
52,00 — 54,50	2,50	Żwir
54,50 — 55,50	1,00	Glina z głazami
55,50 — 97,00	41,50	Glina plastyczna pstra
97,00 — 110,0	13,00	Glina plastyczna zielonkawa
110,0 — 120,0	10,00	Glina plastyczna ze smugami piasku miałkiego szarego
120,0 — 171,0	51,0	Glina plastyczna szaro-żółta
171,0 — 176,0	5,0	Piasek miałki jasny
176,0 — 182,0	6,0	Glina piaszczysta szaro-brunatna
182,0 — 205,0	23,0	Piasek miałki biały
205,0 — 217,0	12,0	Ił z miką, szary
217,0 — 220,0	3,0	Piasek średnioziarnisty jasny
220,0 — 221,5	1,5	Ił czarny
221,5 — 238,0	16,5	Piasek miaki ilasty glaukonitowy
238,0 — 242,0	4,0	Piaski wodonośne
242,0 — 245,0	3,0	Piasek miałki glaukonitowy
245,0 — 249,88	4,88	Glina z piaskiem glaukonitowym
249,88 — 260,0	10,12	Piasek gruboziarnisty wodonośny
260,0 — 264,0	4,0	Piasek miałki szary

Na głębokości 262,0 m ustawiono filtr siatkowy.
Poziom wody niżej terenu — 20,0 m.

Wyniki badania prób wody stanowczo przemawiają za tym, że wszystkie te trzy otwory czerpią wodę z jednej i tej samej formacji. Wody z różnych formacyj, jak niżej postaram się wykazać, mają inne własności i inny stosunek ilościowy składników chemicznych, te zaś trzy wody są do siebie bardzo zbliżone.

Tak, wahania zachodzą w granicach suchej pozostałości 335 do 360 mg/l, chlorków (NaCl) 33

Tablica III.

Wyniki badania wody z otworów wiertniczych na terenie m. st. Warszawy, czerpiących wodę z formacji węgla brunatnego (miocenu).

Części składowe w mg na litr	Nr 1 głęb. 202 — 18,5	Nr 2 głęb. 51,5 — 8,5	Nr 3 głęb. 264,0 — 20,0	Przeciętnie
Suchej pozostałości 110° C	360,0	355,0	335,0	350,0
$CaCO_3 + Na_2CO_3 + NaCl$	308,4	309,1	293,1	303,5
Azotynów (NO_2')	0,8	1,4	0,25	0,82
Azotanów (NO_3')	n.	n.	n.	n.
Chlorków (Cl')	20,0	20,0	26,0	22,0
Chlorku sodu ($NaCl$)	33,0	33,0	42,9	36,3
Siarczanów (SO_4'')	śl.	śl.	śl.	śl.
Siarkowodoru (H_2S)	n.	n.	n.	n.
Utlenialność ($KMnO_4$)	27,8	27,1	21,1	25,3
Amonu ($NH_4^{\cdot}$)	n.	n.	n.	n.
Magnezu ($Mg^{\cdot\cdot}$)	—	14,1	—	14,1
Wapnia ($Ca^{\cdot\cdot}$)	—	45,0	—	45,0
Żelaza ($Fe^{\cdot\cdot}$)	1,35	1,7	13,1	—
Twardość ogólna ° niem.	10,1	9,5	8,9	9,5
„ węglan. „	10,1	9,5	8,9	9,5
„ stała „	0,0	0,0	0,0	0,0
Dwuwęglanów wapnia i magnezu jako $CaCO_3$	180,4	169,7	159,0	169,7
Dwuwęglanu sodu jako Na_2CO_3	95,0	106,4	91,2	97,5
Tlenku wapnia CaO	—	63,0	—	63,0
Tlenku magnezu MgO	—	23,5	—	23,5

do 43 mg/l, utlenialność 21,1 do 27,8 mg/l, ilość dwuwęglanów wapnia i magnezu wyrażona jako $CaCO_3$ 159 do 180,4 mg/l, ilość dwuwęglanu sody wyrażona jako Na_2CO_3 91,2 do 106,4 mg/l. Przeciętne zaś ilości dla trzech głównych składników będą: węglanu wapnia ($CaCO_3$) 169,7 mg/l, węglanu sody (Na_2CO_3) 97,5 mg/l i chlorku sodu 36,3 mg/l. Wszystkie próby zawierają tylko ślady siarczanów, oraz nie zawierają azotanów i amoniaku. Większa różnica wypadła dla azotynów, a szczególnie w jednej próbie dla żelaza.

Jako charakterystyczne liczby dla wody tego pochodzenia należy podać: suchej pozostałości ok. 350 mg/l, z czego węglan wapnia i magnezu stanowią około 50% (169,7 mg), węglan sodu około 30% (97,5 mg), chlorek sodu około 10% (36,3 mg), co stanowi razem 303,5 mg/l. Woda zawiera bardzo mało siarczanów (nie więcej niż 5 do 8 mg/l) i stosunkowo dużo łatwo utleniających się związków organicznych (25,3 mg/l $KMnO_4$).

Zbliżone do siebie własności tych trzech prób, a zarazem wyraźnie odbiegające od charakterystyki wód dyluwialnych oraz — jak później zobaczymy — i od wód z formacji oligocenu, przemawiają za tym, że wszystkie te próby pochodzą z jednej formacji węgla brunatnego i że powyższa charakterystyka jest właściwa dla wód tego pochodzenia. Jeden z tych otworów jest zadeklarowany, jako czerpiący wodę z formacji miocenu.

Dla otworu, zasilanego wodą z formacji węgla brunatnego, znalazłem w literaturze [3] wynik badania dość zbliżony do moich, a mianowicie: suchej pozostałości 376,2 mg/l, CaO 60,2 mg/l, MgO 27,9 mg/l, chloru 24,8 mg/l, azotynów i azotanów

[3]) B. Rychłowski. Materiały do Hydrologii, 1917 r., str. 496.

nie ma, amoniaku ślady, twardość og. 9,92⁰ niem. Zapewne, że dla pełnej charakterystyki tego poziomu wód mamy danych zbyt mało, gdyż jest on mało wydajny i mało eksploatowany.

Do drugiej grupy wód z systemu trzeciorzędowego zaliczam takie, które pochodzą z piasków glaukonitowych (oligocenu) i zawierają części stałych mniej niż 500 mg w litrze.

Dla charakterystyki tej grupy podaję opisanie pokładów jednego z otworów wiertniczych, oraz w tablicy IV przytaczam wyniki badania 7 prób wody, pochodzących z 6 otworów wiertniczych. Próby piąta i szósta pochodzą z jednego otworu, tylko badane w różnym czasie: piąta w 1931 r., wkrótce po zbudowaniu i uruchomieniu studni, a szósta w 1937 r.

Studnia artezyjska nr 2 na Służewcu p. Warszawą.

Profil geognostyczny.

Głębokość	Miąższość	Opisanie pokładów
0 — 1,30	1,30	Glinka piaszczysta żółta
1,30 — 11,50	10,20	Margiel lodowcowy szary
11,50 — 15,50	4,00	Piasek kwarcowy gruboziarnisty, nieco gliniasty, szary
15,50 — 27,00	11,50	Piasek kwarcowy średnioziarnisty, z głazikami, szary,
27,00 — 27,50	0,50	Margiel lodowcowy z głazikami i z drewnem, szary
27,50 — 31,50	4,00	Żwir z piaskiem kwarcowym, szary
31,50 — 35,60	4,10	Glina plastyczna szaro-żółta
35,60 — 39,20	3,60	Piasek kwarcowy średnioziarnisty ilasty z drewnem, szary
39,20 — 53,00	13,80	Glina plastyczna żółto-szara
53,00 — 59,20	6,20	Glina piaszczysta rdzawo-szara, jasna
59,20 — 61,50	2,30	Piasek kwarcowy miałki żółto-szary, jasny
61,50 — 70,50	9,00	Glina żółto-szara, jasna
70,50 — 73,40	2,90	Glina pylasta żółto-szara, jasna
73,40 — 81,50	8,10	Glina plastyczna żółto-szara, jasna
81,50 — 89,30	7,80	Ił gliniasty szaro-żółty, jasny
89,30 — 92,00	2,70	Ił gliniasty żółto-szary, jasny
92,00 — 99,40	7,40	Glina plastyczna żółto-niebieska
99,40 — 104,0	4,60	Ił gliniasty piaszczysty szary, jasny
104,00 — 107,50	3,50	Piasek kwarcowy miałki szary, jasny
107,50 — 113,50	6,00	Ił gliniasty piaszczysty szary
113,50 — 142,60	29,10	Glina plastyczna szara, jasna
142,60 — 148,50	5,90	Piasek kwarcowy i średnioziarnisty szary
148,50 — 150,50	2,00	Piasek kwarcowy, zanieczyszczony pyłem węgla brunatnego
150,50 — 161,30	10,80	Węgiel brunatny
161,30 — 171,30	10,00	Piasek kwarcowy, nieco gliniasty, zanieczyszczony resztkami organ.
171,30 — 175,50	4,20	Piasek kwarcowy, nieco gliniasty, z miką, zanieczyszczony resztkami organicznymi
175,50 — 191,60	16,10	———
191,60 — 201,60	10,00	Żwir, nieco gliniasty, zanieczyszczony resztkami organicznymi
201,60 — 205,30	3,70	Piasek glaukonitowy gliniasty zielony
205,30 — 212,80	7,50	Piasek kwarcowy średnioziarnisty szaro-zielonkawy
212,80 — 220,30	7,50	Żwir i piasek kwarcowy
220,30 — 222,60	2,30	Żwir z iłem glaukonitowy
222,60 — 232,50	9,90	Piasek kwarcowy średdnioziarnisty biały
232,50 — 239,00	6,50	Piasek kwarcowy miałki ilasty.

Wyniki badania wykazują następujące wahania (w mg na litr):

	od	do
Sucha pozostałość	375,0	481,0
Azotynów (NO_2')	0,0	0,05
Azotanów (NO_3')	0,0	0,0
Chlorków (Cl')	48,0	109,0
Chlorku sodu ($NaCl$)	79,2	179,9
Siarczanów (SO_4'')	12,4	14,8

Siarkowodór (H_2S)	0,0	obecny
Amoniaku ($NH_4^{\cdot}$)	0,00	1,00
Utlenialność ($KMnO_4$)	10,2	16,1
Żelaza ($Fe^{\cdot\cdot}$)	0,8	1,55
Twardość ogólna ⁰ niem.	6,1	9,5
„ węglanowa „	6,1	9,5
Tlenku wapnia (CaO)	61,7	64,8
Tlenku magnezu (MgO)	16,0	24,1
Węglanu wapnia ($CaCO_3$)	109,0	169,7
„ sodu (Na_2CO_3)	95,0	212,0

Przeciętnie woda tej grupy zawiera: chlorków obliczonych jako NaCl 130,8 mg/l, dwuwęglanów wapnia i magnezu wyrażonych jako $CaCO_3$ 141,6 mg/l, dwuwęglanu sodu obliczonego jako Na_2CO_3 137,0 mg/l, razem te trzy pozycje stanowią 409,4 mg/l. Ponieważ przeciętna ilość części stałych jest 446,0 mg/l, to różnicę około 36 mg stanowią siarczany, związki organiczne i inne.

Charakterystyczną cechą tej grupy wód byłoby, że węglan wapnia, węglan sodu i chlorek sodu wchodzą w skład części mineralnej prawie w równych ilościach (34,5% + 33,5% + 32,0%). Następnie woda zawiera małą ilość siarczanów (około 15 ÷ 20 mg/l w postaci Na_2SO_4), mało związków organicznych (przeciętnie 13 mg/l $KMnO_4$), mało żelaza (przeciętnie 1,15 mg/l) i amoniaku (przeciętnie 0,51 mg/l). Zwraca uwagę brak twardości stałej i siarczanu wapnia.

W porównaniu z przeciętnym składem wody z formacji węgla brunatnego zauważamy: ilość węglanu wapnia nieznacznie zmniejszyła się ze 169,7 mg/l do 141,6 mg/l, ilość węglanu sodu zwiększyła się prawie o 50% z 97,5 mg/l do 137,0

Tablica IV.

Wynik badania wody z otworów wiertniczych na terenie Warszawy i przedmieść, czerpiących wodę z piasków glaukonitowych (górna warstwa oligocenu).

Składniki w mg na litr	Nr 1 gł. 255 m — 17	Nr 2 gł. 239 m — 6	Nr 3 gł. 240 m — 6,5	Nr 4 gł. 240 m — 3,0	Nr 5 gł. 250 m	Nr 6 gł. 250 m	Nr 7 gł. 242 m	Przeciętnie
Suchej pozostałości 110⁰ C	455,0	430,0	481,0	465,0	375,0	481,0	436,0	446,0
$CaCO_3 + Na_2CO_3 + NaCl$	392,0	408,0	464,8	410,9	374,5	420,5	395,0	409,4
Azotynów (NO_2')	0,05	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.
Azotanów (NO_3')	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.
Chlorków (Cl')	76,0	82,0	109,0	48,0	70,0	91,0	79,0	79,3
Chlorku sodu (NaCl)	125,4	135,3	179,9	79,2	115,5	150,1	130,3	130,8
Siarczanów (SO_4'')	14,0	—	—	—	—	14,8	12,4	13,7
Siarkowodoru (H_2S)	n.	obecny	n.	n.	n.	n.	n.	n.
Utlenialność ($KMnO_4$)	16,1	12,7	11,8	13,9	14,8	10,2	11,4	13,0
Amonu ($NH_4^{\cdot}$)	n.	0,65	1,0	0,1	0,4	0,68	0,73	0,51
Magnezu ($Mg^{\cdot\cdot}$)	—	—	9,6	—	—	14,46	13,68	12,58
Wapnia ($Ca^{\cdot\cdot}$)	—	—	44,1	—	—	43,4	46,3	44,6
Żelaza ($Fe^{\cdot\cdot}$)	1,05	—	0,8	1,2	1,2	1,10	1,55	1,15
Twardość ogólna ⁰ niem.	7,8	7,5	8,4	6,7	6,1	9,5	9,5	7,93
„ węglan. „	7,8	7,5	8,4	6,7	6,1	9,5	9,5	7,93
„ stała „	n.	n.	n.	n	n.	n.	n.	n.
Dwuwęglanu wapnia i magnezu jako $CaCO_3$	139,3	134,0	150,0	119,7	109,0	169,7	169,7	141,6
Dwuwęglanu sodu jako Na_2CO_3	127,3	138,7	134,9	212,0	150,0	100,7	95,0	137,0
Tlenku wapnia (CaO)	—	—	61,8	—	—	61,7	64,8	62,8
Tlenku magnezu (MgO)	—	—	16,0	—	—	24,1	22,8	20,97
Kwasu węglowego wolnego (CO_2)	—	—	—	—	—	38,5	36,3	—

mg/l, ilość chlorków zwiększyła się więcej niż 3,5 razy z 36,3 mg/l do 130,8 mg/l. Jednocześnie ilość siarczanów nieco zwiększyła się z 5 ÷ 8 mg do 15 ÷ 20 mg/l, pozostając małą, a ilość związków organicznych znacznie zmniejszyła się z 25,3 mg/l $KMnO_4$ do 13,0 mg/l. W związku z powyższym ogólna ilość części stałych w wodzie zwiększyła się z 350 mg/l do 446 mg/l, a głównych składn. mineralnych z 303,5 mg/l do 409,4 mg/l.

Do trzeciej grupy wód systemu trzeciorzędowego zaliczam te, które pochodzą z piasków glaukonitowych i zawierają części stałych więcej niż 500 mg/l. Dla ogólnej charakterystyki tej grupy podaję opisanie pokładów jednego z otworów, oraz w tablicy V zebrane wyniki badania 7 prób wody, pochodzącej z 6 otworów wiertniczych. Próby trzecia i czwarta są z jednego otworu, lecz badane trzecia w lipcu 1934 r., a czwarta w październiku 1935 roku.

Warszawa, ul. Ludna nr 16.

Profil geognostyczny.

Głębokość	Miąższość	Opisanie pokładów
0,00 — 1,52	1,52	Nasyp
1,52 — 6,70	5,18	Piasek żółty
6,70 — 10,66	3,96	Piasek szary
10,66 — 22,55	11,89	Glina piaszczysto - ilasta żółta
22,55 — 28,04	5,49	Glina plastyczna
28,04 — 34,12	6,08	Glina szara
34,12 — 35,04	0,92	Glina czarna
35,04 — 36,26	1,22	Glina żółta
36,26 — 68,87	32,61	Glina pstra
68,87 — 84,72	15,85	Glina żółta
84,72 — 95,69	10,97	Glina pstra
95,69 — 97,53	1,84	Glina szara
97,53 — 105,45	7,92	Ił piaszczysty
105,45 — 118,57	13,12	Glina żółta
118,57 — 123,74	5,17	Glina szara
123,74 — 125,88	2,14	Piasek miałki
125,88 — 132,88	7,00	Glina ciemna
132,88 — 146,30	13,42	Piasek miałki z lignitem
146,30 — 156,35	10,05	Piasek gruboziarnisty
156,35 — 156,50	0,15	Lignit
156,50 — 170,68	14,18	Piasek szary
170,68 — 176,78	6,10	Piasek miałki
176,78 — 185,92	9,14	Ił piaszczysty czarny
185,92 — 216,40	30,48	Ił glaukonitowy
216,40 — 218,83	2,43	Piasek gruboziarnisty
218,83 — 219,13	0,30	Ił zielony
219,13 — 237,74	18,61	Piasek gruboziarnisty z lepiszczem
237,74 — 240,78	3,04	Piasek miałki
240,78 — 242,60	1,82	Piasek ilasty.

Poziom wody wyżej terenu 7,92 m.

Wyniki badania wykazują następujące wahania w mg na litr:

	od	do
Sucha pozostałość (110° C)	550,0	625,0
Azotynów (NO_2')	0,0	0,6
Azotanów (NO_3')	0,0	ok. 10,0
Chlorków (Cl′)	80,0	143,0
Chlorku sodu (NaCl)	132,0	236,0
Siarczanów (SO_4'')	22,6	26,0
Siarkowodoru (H_2S)	0,0	obecny
Amoniaku ($NH_4^{\cdot}$)	0,0	0,90
Utlenialność ($KMnO_4$)	9,6	12,9
Żelaza ($Fe^{\cdot\cdot}$)	1,13	7,0
Twardość ogólna ° niem	7,0	9,8
„ węglanowa „	7,0	9,8
Węglanu wapnia ($CaCO_3$)	125,0	175,0
„ sodu (Na_2CO_3)	127,3	214,7

Przeciętnie woda tej grupy zawiera chlorków obliczonych jako NaCl 207,9 mg/l, dwuwęglanów wapnia i magnezu wyrażonych jako $CaCO_3$ 152,8 mg/l, dwuwęglanu sodu obliczonego jako Na_2CO_3 162,6 mg/l. Te trzy składniki razem dają 523,3 mg/l. Siarczany, związki organiczne, związki żelaza i inne stanowią 68,1 mg/l.

Charakterystyczną cechą tej grupy wód byłoby, że w części związków mineralnych w przeważającej ilości występują chlorki 39,9%, następne miejsce zajmuje węglan sodu 31,1%, a najmniej jest węglanu wapnia 29%. Woda zawiera małą ilość siarczanów (około 36,5 mg/l jako Na_2SO_4), mało związków organicznych (przeciętnie 11,2 mg/l $KMnO_4$), mało żelaza (przeciętnie 2,57 mg/l) i 0,44 mg/l amoniaku.

W porównaniu z przeciętnym składem wody, zaliczonej do drugiej grupy, a pochodzącej również z piasków glaukonitowych, zauważamy: ilość węglanu wapnia bardzo nieznacznie zwiększyła się z 141,6 do 152,8 mg/l, ilość węglanu sodu zwiększyła się ze 137,0 do 162,6. Te dwie pozycje specjalnej uwagi na siebie nie zwracają. Natomiast znacznie zwiększyła się ilość chlorków ze 130,8 mg/l do 207,9 mg/l tj. o 63%. Zwiększyła się trochę ilość siarczanów z 15 ÷ 20 mg do 36,5 mg/l i węglanów żelaza, nieznacznie zaś zmniejszyła się ilość związ-

Tablica V.

Wynik badania wody z otworów wiertniczych na terenie Warszawy i okolicy, czerpiących wodę z piasków glaukonitowych (dolna warstwa oligocenu).

Składniki w mg na litr	1 gł. 235,0 + 8 m	2 gł. 242 + 7,9	3 gł. 266	4 gł. 266	5 gł 220,5 + 1,5	6 gł. 270	7 gł. 240	Przeciętnie
Suchej pozostałości 110° C . .	615,0	615,0	550,0	590,0	595,0	550,0	625,0	591,4
$CaCO_3 + Na_2CO_3 + NaCl$ . .	544,6	538,3	493,7	569,6	471,7	499,6	545,8	523,3
Azotynów (NO_2')	0,2	0,6	n.	0,1	n.	0,12	n.	0,15
Azotanów (NO_3')	n.	n.	n.	n.	n.	10,0	n.	—
Chlorków (Cl')	137,0	143,0	118,0	136,0	80,0	128,0	140,0	126,0
Chlorku sodu (NaCl)	226,0	236,0	194,7	224,4	132,0	211,2	231,0	207,9
Siarczanów (SO_4'')	26,0	—	—	—	—	—	22,6	24,3
Siarkowodoru (H_2S)	n.	n.	n.	obecny	n.	n.	n.	n.
Utlenialność ($KMnO_4$) . . .	12,0	12,0	11,6	9,6	12,9	10,10	10,4	11,2
Amonu ($NH_4^{\cdot}$)	n.	n.	0,85	0,50	0,90	n.	0,85	0,44
Magnezu ($Mg^{\cdot\cdot}$)	—	—	—	—	—	—	—	—
Wapnia ($Ca^{\cdot\cdot}$)	63,57	—	—	—	—	—	—	61,1
Żelaza ($Fe^{\cdot\cdot}$)	2,1	2,75	1,13	1,2	—	1,25	7,0	2,57
Twardość ogólna ° niem. . . .	8,9	9,8	7,7	8,9	7,0	8,7	8,9	8,56
„ węglan. „ . . .	8,9	9,8	7,7	8,9	7,0	8,7	8,9	8,56
„ stała „ . . .	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.
Dwuwęglanów wapnia i magnezu jako $CaCO_3$	159,0	175,0	137,5	159,0	125,0	155,4	159,0	152,8
Dwuwęglanu sodu jako Na_2CO_3 .	159,6	127,3	161,5	186,2	214,7	133,0	155,8	162,6
Tlenku wapnia (CaO) . . .	89,0							85,6

ków organicznych z 13 mg/l do 11,2 mg/l $KMnO_4$. Ogólna ilość części stałych w wodzie zwiększyła się z 446 mg/l do 591,4 mg/l, a ogólna ilość $CaCO_3 + Na_2CO_3 + NaCl$ zwiększyła się z 409,4 mg/l do 523,3 mg/l.

Różnica we własnościach prób wody zestawionych w tabl. IV i V w niektórych próbach łączy się z różnicą w głębokości otworu, z której woda jest brana; woda z górnych warstw utworów glaukonitowych zawiera mniejszą ilość chlorków (przeciętnie 130,8 mg/l NaCl), a woda z dolnych warstw utworów glaukonitowych zawiera znacznie większą ilość chlorków (przeciętnie 207,9 mg/l NaCl) i nieco większą ilość dwuwęglanów sodu (dla górnej warstwy przeciętnie 137,0 mg/l, a dla dolnej 162,6 mg/l Na_2CO_3).

Tak np. próba nr 2 z tablicy IV pochodzi z otworu na Służewcu (przekrój geognostyczny tego otworu podany na str. 170). Na głębokości 201,6 m zaczynają się utwory glaukonitowe. Między 220 m a 232 m umieszczony jest filtr. Próba zaś nr 2 z tablicy V pochodzi z otworu na ul. Ludnej (przekrój geognostyczny na str. 172). Na głębokości 185 m zaczynają się utwory glaukonitowe. Między 220 m a 240 m umieszczony jest filtr. W próbie ze Służewca znaleziono chlorków (NaCl) 135,3 mg/l i węglanu sodu (Na_2CO_3) 138,7 mg/l, w próbie zaś z Ludnej chlorków (NaCl) 236 mg/l i węglanu sodu (Na_2CO_3) 127,3 mg/l. Taką łączność spotykamy w niektórych próbach, ale nie we wszystkich, a więc uogólniać tego nie możemy.

W przytoczonym przykładzie co do zawartości Na_2CO_3 należy zauważyć, że ilość jego jest mniejsza, niż we wszystkich pozostałych próbach tej grupy, a także niższa od przeciętnej ilości z tej grupy.

Oddzielnie podaję wynik badania dwóch prób wody, pochodzącej z piasków glaukonitowych z o-

tworów wiertniczych, z których jeden, o głębokości 264 m, położony jest na południowy-wschód (SO) od Warszawy w odległości około 30 km, a drugi, o głębokości 227 m, na północny-wschód (NO) od Warszawy w odległości około 50 km. W otworze pierwszym filtr założony jest w piaskach glaukonitowych na głębokości 243 ÷ 256 m; poziom wody w stanie spoczynku 12 m niżej terenu. W drugim otworze filtr założony jest w piasku glaukonitowym na głębokości 205 ÷ 217 m; poziom wody nieco wyżej terenu.

Wynik badania w mg/l:

	Nr 1 (SO)	Nr 2 (NO)
Suchej pozostałości	225,0	270,0
Azotynów i azotanów	nie ma	
Chlorków (Cl')	7,0	7,0
Chlorku sodu (NaCl)	11,5	11,5
Siarczanów i siarkowodoru	nie ma	
Amoniaku (NH_4·)	0,45	0,43
Utlenialność ($KMnO_4$)	10,4	13,2
Żelaza (Fe··)	0,8	9,0
Twardość ogólna i węglan.	4,9	8,9
Węglanu wapnia ($CaCO_3$)	87,5	159,0
Węglanu sodu (Na_2CO_3)	121,6	91,2
$CaCO_3 + Na_2CO_3 + NaCl$	220,6	261,7

Mam jeszcze jeden wynik bardzo zbliżony do nr 2 z przedmieścia Warszawy. Wyniki powyższe wykazują, że pomimo znacznej różnicy w głębokości ilość chlorków w tych próbach jest jednakowa i bardzo mała. Natomiast dość duża różnica zachodzi w ilości węglanu wapnia i węglanu sodu.

W tablicy VI podaję zestawienie przeciętnych wyników z poprzednich pięciu tablic, oraz wynik badania wody dyluwialnej z Ostrołęki, a mianowicie:

I. 4 próby z dyluwium z terenu Warszawy
II. 6 prób z dyluwium z terenu Pruszkowa i Żyrardowa
1 próba z dyluwium z terenu Ostrołęki
III. 3 próby z miocenu z terenu Warszawy
IV. 7 prób z oligocenu z Warszawy
V. 7 prób z oligocenu z Warszawy.

Tablica VI.

Zestawienie przeciętnych wyników z pięciu poprzednich tablic.

Składniki w mg na litr	Dyluwium			Miocen	Oligocen	
	I	II	Ostrołęka	III	IV	V
Suchej pozostałości	927,5	471,4	302,0	350,0	446,0	591,4
$CaSO_4 + CaCO_3 + NaCl$	784,8	428,6	—	—	—	—
$CaCO_3 + Na_2CO_3 + NaCl$	—	—	257,7	303,5	409,4	523,3
Chlorków (Cl')	70,0	67,5	3,0	22,0	79,3	126,0
Chlorku sodu (NaCl)	115,5	111,4	5,0	36,3	130,8	207,9
Siarczanów (SO_4'')	272,5	121,5	n.	śl.	13,7	24,3
Siarczanu wapnia	386,0	161,9	n.	n.	n.	n.
Utlenialność ($KMnO_4$)	6,0	7,27	12,7	25,3	13,0	11,2
Żelaza (Fe··)	—	—	5,3	—	1,15	2,57
Twardość og. ° niem.	31,8	15,3	11,7	9,5	7,93	8,56
„ węglan. „	15,8	8,7	11,7	9,5	7,93	8,56
„ stała „	16,0	6,6	n.	n.	n.	n.
Węglanu wapnia ($CaCO_3$)	283,3	155,3	209,0	169,7	141,6	152,8
„ sodu (Na_2CO_3)	n.	n.	43,7	97,5	137,0	162,6
Tlenków wapnia i magnezu razem jako CaO	318,0	153,0	117,0	95,0	79,3	85,6
Dwuwęglanów (HCO_3')	344,2	189,5	317,2	319,2	330,4	373,6

Procentowy stosunek $CaCO_3$, Na_2CO_3 i NaCl w pozycjach III, IV, V i Ostrołęki (tablica VI) oraz w próbach S-O i N-O będzie następujący:

	$CaCO_3$	Na_2CO_3	NaCl
Ostrołęka	81%	17%	2%
Miocen	55,9	32,1	12,0
Oligocen górny	34,5	33,5	32,0
Oligocen dolny	29,0	31,1	39,9
Okolica S-O	39,7	55,1	5,2
Okolica N-O	60,6	34,9	4,5

Zestawienie przeciętnych wyników wykazuje, że wody dyluwialne w porównaniu z wodami miocenu i oligocenu przede wszystkim zawierają znacznie większą ilość związków wapnia (i magnezu); nawet woda dyluwialna z Ostrołęki, która pod innymi względami zbliżona jest do wód burowęglowych, pod względem ilości wapnia zbliżona jest do wód dyluwialnych. Wapń występuje w wodach dyluwialnych w postaci dwuwęglanów i siarczanów, przy czym ilość siarczanów jest dość duża: znacznie większa od ilości chlorków. Siarczany wapnia powodują twardość stałą. Związków organicznych łatwo utleniających się mało: prawie o połowę mniej, niż w innych wodach.

Obecność w utworach dyluwialnych szczątków roślinnych nieco zdiagenezowanych powoduje powstawanie bezwodnika kwasu węglowego, a następnie powstawanie i wyługowywanie dwuwęglanów wapnia, magnezu i żelaza. Wody, krążące w żwirach i piaskach dyluwialnych, przeważnie są z góry oddzielone od wód powierzchniowych — zaskórnych utworami mało lub praktycznie wcale wodonieprzepuszczalnymi. Warstwy wodonośne, znajdujące się z góry i dołu między pokładami nieprzepuszczalnymi, a zasilane wodą na wyższym poziomie, dają wody pod ciśnieniem; charakter wód artezyjskich mają wszystkie próby zebrane w tablicy I i II.

Co się tyczy pochodzenia chlorków i siarczanów, to sądzę, że chlorki te są całkowicie pochodzenia powierzchniowego — zewnętrznego, siarczany zaś częściowo przedostają się razem z chlorkami z zewnątrz, częściowo zaś mają pochodzenie wgłębne — lokalne z tych utworów, w środowisku których przez czas długi woda pozostaje i z których wyługowuje.

Woda dyluwialna z otworów wiertniczych w Ostrołęce wg swoich własności chemicznych stanowi jak gdyby przejście do wód burowęglowych i następnie glaukonitowych. Z cech wód dyluwialnych pozostaje li tylko zwiększona ilość związków wapnia, które występują tutaj wyjątkowo w postaci dwuwęglanów. Siarczanów w ogóle w tej wodzie brak, natomiast mamy dwuwęglan sodu, aczkolwiek w małej ilości. Chlorków znikomo mało — właściwie ślady; w większej ilości występują: węglan żelazawy i związki organiczne. Specyficzne własności tej wody tłumaczę tym, że warstwa wodonośna odgrodzona jest od wód wyżej położonych dyluwialnych, zaskórnych i powierzchniowych, grubą warstwą (20 ÷ 35 m) nieprzepuszczalnych utworów, środowisko zaś, w którym woda znajduje się, nie posiada gipsu; natomiast posiada wolny kwas węglowy, który przyczynia się do wyługowywania z rumowisk skał i z dyluwium niektórych składników, jak: wapń, magnez, żelazo i sód.

Uzasadnienie, dlaczego próby zebrane w tablicy III, odniosłem do formacji burowęglowej (miocenu), podałem wyżej. Wody te, odgrodzone od warstw wodonośnych dyluwialnych grubą warstwą nieprzepuszczalną pliocenu, mają też odrębny od nich charakter. Woda nie zawiera wcale lub też tylko ślady siarczanów; wapń i magnez znacznie zmniejsza się (od 40 do 70%) i występuje wyłącznie w postaci dwuwęglanów. Woda zawiera bardzo mało chlorków, dość dużo ciał organicznych łatwoutleniających się, oraz dość sporą ilość dwuwęglanu sodu. Wody znajdują się pod znacznym ciśnieniem. Między warstwami wodonośnymi miocenu a wodonoścami oligocenu często znajdują się piaski mniej lub więcej gliniaste; nie są więc te dwa poziomy warstw wodonośnych zbyt od siebie odgrodzone. To też wody z miocenu mają wspólne cechy z wodą z piasków glaukonitowych, tylko są mniej stężone pod względem zawartości dwuwęglanu sody, a szczególnie chlorku sodu.

Przeciętne wyniki badania, zebrane w pozycjach IV i V (tablica VI) charakteryzują wody z piasków glaukonitowych (oligocenu).

Przeciętne tablicy IV górnej warstwy wodonośnej oligocenu faktycznie wykazują przejście od pozycji III do V (tablica VI), tj. od wód miocenu do wód dolnej warstwy oligocenu. Wody z oligocenu zawierają tylko małe ilości siarczanów, wapń w postaci dwuwęglanu, a sód w postaci dwuwęglanu i chlorku. Ilość związków organicznych jest o połowę mniejsza niż w wodzie z miocenu.

Obszar wodonośny oligoceński i burowęglowy stanowi jednostkę szczelnie zamkniętą od dołu utworami kredowymi, które tworzą nieckę Prusko-Mazowiecką, a od góry pliocenem. Obszar infiltra-

cyjny dla tej jednostki dosięga krawędzi niecki, gdzie utwory oligoceńskie i mioceńskie wychodzą na powierzchnię.

Co się tyczy powstania, względnie pochodzenia głównych składników mineralnych, tj. węglanów wapnia i sodu oraz chlorku sodu, to jestem zdania, że są one pochodzenia wgłębnego — lokalnego, a nie zewnętrznego, tj. nie są przynoszone wodą infiltracyjną z zewnątrz, względnie z dyluwium, lecz wyługowane z tych utworów, w środowisku których woda przez czas długi znajduje się. Dla powstawania dwuwęglanów sodu i potasu przez wywietrzanie glinokrzemianów alkalicznych (łyszczyków-miki) pod wpływem wody i kwasu węglowego w dolnych warstwach oligocenu widocznie są warunki bardziej sprzyjające, niż w górnych.

Za podstawę dla powyższego wniosku biorę następujące spostrzeżenia:

1) Gdyby chlorek sodu w wodach z oligocenu był pochodzenia zewnętrznego względnie dyluwialnego, to towarzyszyłyby mu w pewnym stosunku siarczany, czego nie mamy.

2) Gdyby ta sama woda zasilała i miocen i oligocen, to ilość chlorków w tych warstwach wodonośnych byłaby bardziej do siebie zbliżona.

3) Woda z tej samej formacji (warstwy wodonośnej) w różnych otworach tego samego terenu ma często nieco inny ilościowy układ składników rozpuszczonych w niej, więc woda ta nie przedstawia jednej masy o jednakowych, czy też zbliżonych własnościach.

Pod tym względem mam jeszcze pewne spostrzeżenia z wyników badania wód artezyjskich z systemu kredowego i jurajskiego na terenie Kijowa. Wodociąg miejski tego miasta na kilka lat przed wojną został zasilany wyjątkowo wodą artezyjską z 32 otworów kredowych i jurajskich, rozmieszczonych wokoło miasta.

W 1915/16 r., na skutek prośby Zarządu Miejskiego, piszący te słowa oraz prof. Uniwersytetu K. Dobrowolski zorganizowali i przeprowadzili systematyczne badanie wody ze wszystkich otworów. Z każdego otworu w pewnych odstępach czasu woda była badana po kilka razy. Wyniki tych badań nie zostały ogłoszone drukiem, lecz część ich zachowała się u mnie.

Wyniki badań wykazały, że woda z każdej z tych formacyj ma swoje charakterystyczne cechy pod względem chemicznym, np. w wodzie z kredy ilość siarczanów 10 razy, a chlorków 6 razy mniejsza niż w wodzie jurajskiej; lub też ilość wapnia w wodzie z kredy prawie dwa razy większa, a ilość magnezu około 1,5 razy mniejsza, niż w jurze; stosunek wapnia do magnezu w kredzie jak 5 : 1, a w jurze jak 2 : 1; ilość wolnego bezwodnika kwasu węglowego w wodzie z kredy 3÷5 razy większa, niż w jurze itd.

Jeżeli porównywujemy wyniki przez cały okres badań z jednego i tego samego otworu, to wykazują one bardzo małe wahania, natomiast jeżeli porównamy wyniki z tej samej formacji, lecz z różnych otworów, to wykazują one stosunkowo dość duże wahania, np. ilość suchej pozostałości waha się w wodach kredowych od 338 do 441 mg/l, a w jurajskich od 357,6 do 372,8 mg/l; tlenek wapnia w kredzie od 116,8 do 143,6 mg/l, a w jurze od 66 do 72,4 mg/l itd. Wahania w składzie wody jurajskiej w ogóle były znacznie mniejsze, niż w wodzie pochodzącej z kredy.

Z powyższych spostrzeżeń wynikałoby jeszcze, że ruch wód wgłębnych jest bardzo powolny i że wody jednej i tej samej formacji nie stanowią jednolitej masy.

Do charakterystyki wód wgłębnych należy jeszcze dorzucić, że pod względem bakteriologicznym z punktu widzenia ogólno-sanitarnego wykazują one własności dobre. Jeżeli zdarzały się wyniki niedostateczne, to przy bliższym zbadaniu wyjaśniało się, że zależało to albo od niedokładnego pobrania prób, albo też od zanieczyszczenia rur i niedostatecznego przemycia.

Aczkolwiek mamy za mało danych dla pełnej charakterystyki wód wgłębnych omawianego terenu, jednak sądzę, że charakterystykę tych wód w pewnym przybliżeniu powyższe wyniki dają. Otrzymane wyniki jednocześnie zwracają myśl do pytania, skąd pochodzą niektóre składniki w tych wodach, lub w jaki sposób powstają. Co się tyczy dwuwęglanów wapnia, magnezu, żelaza, sodu, potasu i innych, to chyba nie ulega wątpliwości, że powstają one na skutek tzw. wywietrzania, tj. działania przez czas długi wody i bezwodnika kwasu węglowego na łyszczyki czyli glinokrzemiany alkaliczne z większą lub mniejszą domieszką żelaza, magnezu (muskowit-łyszczyk potasowy, paragonit i albit-łyszczyk sodowy, lapidolit-łyszczyk litowy, margaryt-łyszczyk wapienny i inne).

Trudno jest z większą pewnością coś twierdzić

o pochodzeniu siarczanów w wodach dyluwialnych oraz chlorków w wodach z oligocenu. Sądzę jednak, jak już wyżej zanaczyłem, że siarczany częściowo pochodzą z zewnątrz (z wierzchnich warstw gleby), częściowo zaś są pochodzenia lokalnego wgłębnego. Chlorki zaś, obecne w wodach oligocenu, nie są pochodzenia zewnętrznego, lecz wgłębnego.

Na zakończenie pozwolę sobie wyrazić życzenie, ażeby wody wgłębne w Polsce w ogóle były bardziej systematycznie zbadane, a w szczególe, ażeby sięgnąć głębiej do wód kredowych i jurajskich.

Doc. Mgr TEODOR KIRKOR

Zasady oczyszczania ścieków miejskich na polach irygowanych. Wykorzystanie ścieków dla rolnictwa.

(Referat na XX Zjazd Gazowników, Wodociągowców i Techników Sanitarnych Polskich w Katowicach i Chorzowie w 1938 r.)

Sposób oczyszczania ścieków miejskich za pomocą pól irygowanych, aczkolwiek jest najstarszy i bodaj dający najlepsze wyniki, w latach powojennych — ze względu na nowe zdobycze nauki i techniki w tej dziedzinie — coraz rzadziej był w praktyce stosowany. W ostatnich jednak latach w niektórych państwach sposób ten ponownie zaczęto bardzo przychylnie traktować i badać możliwości jego stosowania w związku z nowym kierunkiem rozbudowy miast, sprawą zaopatrywania się w surowce ojczyste, a poniekąd — samowystarczalnością regionalną. Podczas bowiem działań wojennych dostawy z dalszych okolic są utrudnione, posiadanie więc chociażby niewielu artykułów żywności w pobliżu jest niezmiernie pożądane.

Następnie chodzi o wykorzystanie niektórych składników, zawartych w ściekach, a przede wszystkim związków fosforowych, potasowych i azotowych. Związki te mogą być na polach irygacyjnych łatwo wykorzystane, ponieważ umożliwiają prowadzenie uprawy rolnej nawet na glebach, które w zwykłych warunkach do tego mało lub wcale nie nadają się. W czasie pokoju wykorzystywanie ścieków dla uprawy rolnej w pobliżu miasta ma również pewne dobre strony: umożliwia np. wywieranie wpływu na kształtowanie się cen na niektóre produkty najniezbędniejsze, jak: mleko, ziemniaki, jarzyny i inne. W niektórych państwach zachodniej Europy ze względu na gęste zaludnienie i duży rozwój przemysłu obecnie bardzo trudno zdobywać nowe tereny, niezbędne na pola irygacyjne.

W Niemczech ścieki są obecnie traktowane jako cenny surowiec ojczysty dla produkcji rolnej, który ma bardzo ważne znaczenie dla wyżywienia narodu niemieckiego. Wykorzystanie ścieków dla użyźnienia gleby łączą Niemcy bezpośrednio z programowym zagadnieniem państwowym podniesienia i wzmożenia produkcji rolnej, konieczność czego podkreślił gen. min. Goering w przemówieniu swoim w kwietniu 1937 r. na dorocznym święcie społecznym gmin niemieckich.

W Niemczech oraz w Związku Sowieckim od kilku lat bardzo pilnie prowadzone są badania nad wykorzystywaniem ścieków i wpływem ich na własności gleby. Wpływy te są bardziej dodatnie i skuteczniejsze niż przy nawozach sztucznych, co tłumaczy się częściowo tym, że przy rozkładzie organicznych substancyj, zawartych w ściekach, powstają bezwodnik kwasu węglowego i związki humusowe, które wyjątkowo dodatnio oddziaływują na strukturę cząstek gleby i na zachodzące tam fizyczne i biochemiczne procesy. Zwracają też uwagę na obecność w ściekach hormonów — substancyj podniecających.

Niemcy podkreślają, że jeżeli gleby niemieckie muszą dać większe plony, to powinny znacznie więcej niż dotychczas otrzymywać nawozów organicznych, w tym zaś celu winny być wykorzystane dla uprawy rolnej przede wszystkim ścieki organiczne. Przez wykorzystywanie odpadków i ścieków dla uprawy rolnej rozstrzyga się jednocześnie w najlepszy sposób sprawa unikania wpływów szkodliwych z punktu widzenia higieny na otoczenie oraz na rybołówstwo. A przez utrzymywanie w czystości rzek pozostaje możność korzystania z tej wody dla potrzeb wodociągów, rozwoju przemysłu i rybołówstwa.

Użyźniające własności ścieków miejskich przede wszystkim zależą od zanieczyszczenia ich wydzielinami ludzi i zwierząt w postaci kału i moczu, dlatego też w tablicy I podaję ilość ich, oraz zawartość w nich związków fosforowych, potasowych i azotowych, a w tablicy II — ilość tych związków w gramach na m³ ścieków oraz — uwzględniając rozchód wody — ilość ich na każdego mieszkańca na dobę.

Tablica I.

Ilość wydzielin w postaci kału i moczu					Stosunek
	Człowiek (75 kg)		Bydło (500 kg)		1 : 6,7
	dziennie	rocznie	dziennie	rocznie	
kał	0,15 kg	55 kg	26 kg	9 500 kg	1 : 173
mocz	1,25 „	450 „	15 „	5 500 „	1 : 12
razem	1,40 kg	505 kg	41 kg	15 000 kg	1 : 30

Z powyższych ilości otrzymujemy na rok kilogramów:

	Człowiek			Bydło		
	N	K_2O	P_2O_5	N	K_2O	P_2O_5
w kale	0,4	0,3	0,60	26,0	37,0	28,5
w moczu	4,4	0,8	0,65	45,5	82,0	5,5
razem	4,8	1,1	1,25	71,5	119,0	34,0
stosunek	100 :	23 :	26	100 :	169 :	48

Nasch, Böttcher, Zunker i Kreuz na podstawie wielu dokonanych badań podają następujące ilości kwasu fosforowego, potasu i azotu w ściekach.

Tablica II.

	N g/m³	P_2O_5 g/m³	K_2O g/m³	Ilość ścieków l na głowę i dobę	na głowę i na dobę g		
					N	P_2O_5	K_2O
Nasch .	106	26,8	68,0	102	10,8	2,7	6,9
Nasch .	85	19,4	60,9	117	9,9	2,3	6,5
Böttcher	60	15,1	42,4	175	10,5	2,6	7,4
Zunker .	83	24,0	47,0	125	10,4	3,0	5,9
Kreuz .	80	20,0	60,0	100	8,0	2,0	6,0
Przeciętnie					10,0	2,5	6,5

Sprawa oczyszczania ścieków jest obecnie bardzo aktualna i u nas, a z biegiem czasu z roku na rok będzie jeszcze bardziej aktualna, gdyż ilość mieszkańców w miastach stale znacznie wzrasta, przemysł rozwija się, a w związku z tym ilość ścieków, które muszą być odprowadzane i oczyszczane, stale znacznie zwiększa się. Przy tych warunkach nasze rzeki, które są naturalnymi odbiornikami wód zużytych, mogłyby ulec szkodliwemu zanieczyszczeniu, gdyby odprowadzane do nich ścieki nie były należycie odpowiednio do miejscowych warunków oczyszczane. Tym bardziej, że przy tych warunkach ilość wody w rzekach raczej będzie się zmniejszać niż zwiększać, a na zdolność naturalną rzek do samooczyszczania się można liczyć tylko do pewnych granic.

Sposoby oczyszczania ścieków, zależnie od dominujących procesów, zwykle dzielimy na mechaniczne, chemiczne i biochemiczne czyli biologiczne. Pola irygowane odniesione są do sposobów biologicznych, aczkolwiek łączą w sobie procesy mechaniczne, chemiczne i biologiczne.

Na skutek chemicznych procesów, ciała rozpuszczone w wodzie mogą być wydzielane i zatrzymywane przez glebę, związki kwaśne i alkaliczne mogą ulec zobojętnieniu, związki bardziej złożone mogą przejść w bardziej proste lub też nawet w stan gazów, ulatniających się w atmosferę, związki trujące przeistoczyć się w związki nieszkodliwe.

Chemiczne przekształcenie składników zawartych w ściekach jeszcze bardziej urozmaica i potęguje się na skutek biologicznych czynników, zawartych w glebie, przy czym wytwarza się podziwu godny splot fizycznych, chemicznych i biochemicznych procesów i wpływów wtórnych. Powyższe procesy powodują, że związki organiczne nawet najbardziej złożone, jak białka, węglowodany, barwniki i inne, mogą przejść w zupełnie proste, a nawet w produkty pełnego ich utlenienia: kwas węglowy, wodę, kwas siarkowy i azotowy, które dają węglany, siarczany i azotany, tj. występuje tak zwana mineralizacja, a więc staje się zadość najbardziej daleko idącym wymaganiom.

Na to jednak, ażeby oczyszczanie ścieków na polach irygowanych dawało wyniki dobre, muszą być zachowane i przestrzegane pewne warunki. Najważniejsze z nich są:

1) dostateczna wielkość terenu dla urządzenia pól irygowanych,

2) odpowiednia gleba,

3) periodyczne zraszanie gleby z przerwami dostatecznymi,

4) gospodarka na polach umiejętnie dostosowana do całości miejscowych warunków.

Zależnie od użytkowania terenu, sposoby oczyszczania dzielą się na:

a) pola irygacyjne z uprawą rolną,

b) pola filtracyjne (bez uprawy rolnej),

c) pola filtracyjne pod powierzchnią ziemi za pomocą drenażu, ułożonego na pewnej głębokości.

Ostatni sposób jest bardzo rzadko stosowany i nadaje się tylko dla pojedyńczych posesyj lub rzadziej dla małych osiedli, położonych dalej od większych osiedli i zaopatrywanych w taką wodę do picia, na którą nie mogą mieć ujemnego wpływu ścieki ulegające podziemnej filtracji.

Pola irygowane z uprawą rolną różnią się od pól filtracyjnych w zasadzie tylko tym, że na pierwszych z nich mamy na względzie i pewne cele gospodarki rolnej, a mianowicie wykorzystanie niektórych składników, zawartych w ściekach dla pokarmu roślin, pola zaś filtracyjne mają za zadanie li-tylko oczyszczanie ścieków.

Niezbędny teren co do wielkości zależny jest od wielu warunków, w tej liczbie w dużej mierze od własności gleby. Gleby bywają bardzo rozmaite i niektóre z nich więcej, inne mniej nadają się do oczyszczania ścieków; lepsze są gleby porowate, do których łatwiejszy jest dostęp powietrza, natomiast mniej się nadają gleby ścisłe, tzw. ciężkie. Charakterystykę gleby ustala się na podstawie specjalnej mechanicznej analizy, uzupełnionej niekiedy analizą fizyczną i chemiczną.

Mechaniczna analiza określa, jakiej wielkości elementy, w jakiej ilości wchodzą w skład gleby; zestawienie tych wyników w dużej mierze określa rodzaj gleby w znaczeniu przydatności do oczyszczania ścieków. Fizyczna analiza do pewnego stopnia uzupełnia dane mechanicznej analizy; przy tym określa się porowatość, pojemność wilgoci, włoskowatość, przenikliwość dla wody i inne. Chemiczna analiza określa jakość i ilość niektórych składników, jak związki organiczne, węglan wapnia, magnezu, związki żelaza i inne. Często najważniejsze znaczenie ma mechaniczna analiza. Niżej przytaczam wyniki mechanicznej analizy próbek gleby, pobranych w szeregu miast na polach irygowanych.

Wyniki analizy górnej i dolnej warstwy gleby z terenu, przeznaczonego na pola irygowane m. Kijowa, przedstawiają średnie z wielu prób, po-

Tablica III.

Wyniki analizy mechanicznej gleby niektórych pól irygowanych.

Wielkość elementów w mm	Definicja terminów petrograficznych	Gdańsk 1 %	Gdańsk 2 %	Odessa %	Kijów górna %	Kijów dolna %	Berlin 1 %	Berlin 2 %	Berlin 3 %	Oksford 1 %	Oksford 2 %	Paryż %	Brunświk górna %	Brunświk dolna %	Kitchener górna %	Kitchener dolna %	Wrocław 1 %	Wrocław 2 %
Od 10,0 do 2,0	żwirek	n	i	e	m	a	7,02	0,00	1,00	2,60	1,25	1,33	0,32	0,13	3,55	3,55	1,27	0,41
Od 2,0 do 0,5	piasek gruby	niema	0,41	7,41	1,62	1,12	20,84	3,11	5,42	2,88	3,08	7,57	2,87	0,44	5,20	13,20	7,66	3,40
Od 0,5 do 0,25	„ średni	88,21	89,39	21,24	24,50	25,20	45,61	68,19	44,92	48,45	74,11	30,95	40,21	10,56	16,31	6,69	11,06	6,40
Od 0,25 do 0,10 (0,05)	„ drobny	11,52	5,47	63,30	68,0	72,0	12,79	28,05	32,59	9,16	5,73	14,37	25,62	37,77	12,83	10,04	12,56	9,31
Od 0,05 do 0,01	muł	0,07	0,89	2,12	—	—	4,18	0,15	4,85	6,70	2,05	9,88	15,48	26,01	11,10	17,39	20,0	17,23
Od 0,01 do 0,005		0,27	2,12	4,51	—	—	7,28	0,69	7,61	22,53	8,10	23,57	10,03	15,73	34,95	49,42	20,28	29,27
Od 0,10 do 0,005		0,34	3,01	6,63	5,9	1,76	11,46	0,84	12,46	29,23	10,15	33,45	25,51	41,74	46,05	66,81	40,28	46,50
poniżej 0,005	ił	0,28	0,73	1,21			1,90	0,23	2,19	5,77	4,60	8,51	5,12	10,12	10,43	11,30	28,89	33,36
Grubość warstwy wykorzystywanej dla filtracji w m		1,5					1,2			1,25	2,25	3÷4	1,20	1,50	1,10	—	1,20	—

branych i zbadanych przez piszącego te słowa. Badania te były wykonane na skutek prośby Zarządu Miejskiego w związku z zamierzonym wówczas urządzeniem tych pól w miejscowości, noszącej nazwę ”Wieta Litewska“, a położonej znacznie poniżej miasta z biegiem rzeki.

Pozostałe próby były pobrane i zbadane przez prof. Wiljamsa. Wyniki jego badań pozwoliłem sobie zestawić w ten sposób, ażeby bardziej odpowiadały używanej przez nas definicji terminów petrograficznych. Następnie zestawiłem wszystkie próby w taki szereg, który zaczyna się glebą — czystym piaskiem, a zakańcza się ciężką — gliną. Dla ścisłości podam jednak wielkość elementów i ich nazwę, zastosowaną w wynikach badania przez prof. Wiljamsa: od 10 do 5 mm — żwir gruby; od 5 do 3 mm (2 mm) * — żwir drobny (te dwie pozycje noszą u nas nazwę żwirek). Od 3 mm (2 mm) do 1 mm — piasek gruby; od 1 do 0,5 mm — piasek średni (te dwie pozycje figurują p. n. piasek gruby). Od 0,5 do 0,25 — piasek drobny (u nas — średni). Od 0,25 do 0,05 (0,10) — pył z piasku (u nas piasek b. drobny). Od 0,05 (0,10) do 0,01 mm — pył z piasku bujniejszy; od 0,01 do 0,005 — pył z piasku średni (u nas te dwie pozycje stanowią muł). Od 0,005 do 0,001 mm — pył z piasku drobny; mniej niż 0,001 — ił (glina) (te dwie pozycje stanowią ił), nazwę zaś gliny nosi u nas mieszanina mułu, iłu i piasku.

Zanim przejdę do podziału powyższych gleb na grupy z punktu widzenia przydatności ich na pola irygacyjne, przytoczę niektóre własności gleb, zależne od składu mechanicznego i wielkości elementów, podane przez prof. Sł. Miklaszewskiego w jego książce p. t. ”Gleby Polskie“ (Wyd. 3, 1930 r.). Prof. Miklaszewski rozróżnia następujące rodzaje wody w glebie:

1) Woda chemiczna, np. $CaSO_4 . 2H_2O$.
2) Woda przywierająca: wilgoć, woda błonkowata i woda włoskowata.
3) Woda wolna: ruchoma i zastojowa.

Woda hygroskopowa (wilgoć) styka się bezpośrednio z powierzchnią cząstek gleby i otacza je nieprzerwaną cieniutką powłoka.

Woda błonkowata przywiera dookoła warstwy wody hygroskopowej i otacza wilgoć jakby błoną.

Woda włoskowata, tj. woda, zawarta w kanalikach włoskowatych, tworzących jak gdyby siateczkę przestworków pomiędzy ziarnkami gleby. Woda włoskowata posiada zdolność poruszania się we wszystkich kierunkach, nawet wbrew sile ciężkości, którą przezwycięża siłą włoskowatości.

Woda wolna, tj. niezwiązana z glebą i przez nią nie przetrzymywana, mająca zdolność dowolnego poruszania się; ruchoma — znajduje się w przestworkach gleby i porusza się tylko pionowo w głąb ziemi jedynie pod wpływem siły ciężkości. Woda wolna ługuje składniki pokarmowe i zuboża w nie glebę. Jeśli woda krąży wolno lub wstrzymuje się w biegu (zastaje się), to przewietrzanie gleby będzie niedostateczne.

Wpływ składu mechanicznego gleby na wzajemny stosunek rodzajów wody w glebie (wg Sł. Miklaszewskiego) jest następujący:

> 1 mm żwir gruby	mało wilgoci, b. dużo wody błonkowatej, b. mało wody włoskowatej, b. wiele wody wolnej ruchomej.
1 — 0,5 mm żwir drobny	mało wilgoci, b. dużo wody błonkowatej, mało wody włoskowatej, wiele wody wolnej ruchomej.
0,5 — 0,25 mm piasek gruby	sporo wilgoci, dużo wody błonkowatej, średnio wody włoskowatej, wiele wody wolnej ruchomej.
0,25 — 0,1 mm piasek drobny	sporo wilgoci, dużo wody błonkowatej, sporo wody włoskowatej, wiele wody wolnej ruchomej.
0,1 — 0,05 mm miał piaskowy	dość dużo wilgoci, sporo wody błonkowatej, dużo wody włoskowatej, mało wody wolnej ruchomej.
0,05 — 0,01 mm pył piaskowy	dość dużo wilgoci, mało wody błonkowatej, b. dużo wody włoskowatej, bardzo mało wody wolnej ruchomej.
< 0,01 mm pył piaskowy z gliną	bardzo dużo wilgoci, bardzo mało wody błonkowatej, bardzo dużo wody włoskowatej, wcale nie zawiera wody wolnej ruchomej.

Na podstawie zebranych w tablicy III wyników, gleby te można rozdzielić na cztery, względnie pięć grup, zdając sobie sprawę, że każda z osobna gleba, aczkolwiek więcej lub też mniej zbliżona do innej, posiada swoje indywidualne cechy.

*) W nawiasach liczby nasze.

Do pierwszej grupy można zaliczyć 2 próby z Gdańska, 1 — z Odessy, 2 — z Kijowa i próbę nr 2 z Berlina. Próby te charakteryzują się tym, że główną masę gleby stanowią średni i drobny piasek (od 93 do 99 % i jedna próba 84,5%), z domieszką nieznacznych lub małych ilości mułu i iłu (od 0,62 do 7,84 %), oraz piasku grubego (od 0,0 do 7,41 %). Wszystkie takie gleby można nazwać wspólnym mianem piaski lub piaski czyste.

Piaski, ogólnie biorąc, nadają się do urządzania pól irygowanych (z kulturą rolną) oraz filtracyjnych. Może się nawet zdawać, że one najbardziej sprzyjają oczyszczaniu ścieków i im należy się pierwszeństwo. Pod tym względem są jednak pewne zastrzeżenia, np. piaski nie zawierają związków humusowych i próchnicy, które mają dodatnie znaczenie dla pochłaniania gazów. Piaski o układzie kijowskim, gdzie drobny piasek stanowi 68%, mogą ulegać w górnej warstwie zaileniu (zaskorupianiu się), co zmniejsza dostęp powietrza, a co za tym idzie obniża proces mineralizacji związków organicznych.

W bardzo drobnych piaskach (miał piaskowy od 0,1 do 0,05 mm i pył piaskowy od 0,05 do 0,01 mm) znajduje się mało lub też bardzo mało wody wolnej ruchomej, co powoduje, że przenikanie i krążenie powietrza w ogóle jest nieco utrudnione.

Jeżeli wziąć układ piasku w Odessie, który zawiera 63 % drobnego piasku, to w nim dodatnio wpływa obecność 7,4 % grubego piasku, który zwiększa przenikanie powietrza. W układzie gdańskim, gdzie piasek średniej grubości stanowi 88 ÷ 89 % przy małej ilości piasku b. drobnego, skłonność do zailania wierzchnich warstw zmniejsza się znacznie.

Obecność drobnych elementów w piaskach i pewne zailenie się jest pożądane, gdyż przy tym wzmaga się proces oczyszczania, dzięki temu, że ścieki bardziej powoli przenikają przez warstwę filtrującą, a więc i dłużej stykają się z piaskiem i powietrzem. Przy dominującym układzie grubego piasku filtracja ścieków odbywa się szybko, czas oddziaływania procesów biologicznych na ścieki trwa krótko, co powoduje gorszy stopień oczyszczania.

Piaski czyste, nie zawierające lub zawierające tylko mały procent mułu i iłu, są pozbawione składników niezbędnych do życia roślin, nie pochłaniają i nie zatrzymują ich przez czas dłuższy, a kultura rolna jest na nich możliwa tylko przy częstym sztucznym dostarczaniu tych składników, co ma miejsce na polach irygowanych ściekami miejskimi.

Do drugiej grupy należy odnieść gleby, posiadające własności jak pierwsza i trzecia próby berlińskie i nr 2 oksfordska. Charakterystyczną cechą tych gleb jest obecność w nich poza piaskiem do 15 % mułu i iłu. Gleby takie można nazwać gleby piaszczyste. Na własności gleb piaszczystych przede wszystkim ma wpływ obecność umiarkowanej ilości mułu i iłu, która powoduje większą pojemność wilgoci i nieco zmniejsza szybkość przenikania wody (filtracji).

Co się tyczy warunków przenikania i krążenia powietrza, to w takiej glebie, jak nr 1 Berlin, warunki te są bardzo korzystne, gdyż temu znacznie sprzyja obecność większych elementów (piasek gruby i żwirek); przy glebach zaś typu Berlin 3, Oksford 2, warunki dla przewietrzania są mniej korzystne, ale jeszcze dostatecznie dobre. Ażeby zapobiec możliwości zailania się lub powstawania na powierzchni nieprzenikliwej błony (skorupy), oraz zwiększyć aerację takiej gleby, należy wierzchnią warstwę od czasu do czasu rozrychlać.

Gleby piaszczyste zdolne są do pochłaniania i zatrzymywania składników, niezbędnych dla roślin. Nadają się one w zupełności do oczyszczania ścieków i bardzo dobrze to zadanie spełniają, przy należytym doglądzie i umiejętnym gospodarowaniu.

Do trzeciej grupy można zaliczyć gleby, jak Oksford 1, Paryż, Brunświk i w ogóle takie, które zawierają około 25 ÷ 35 % mułu i gliny, lecz nie więcej niż 40 %. Nazwiemy takie gleby gliniasto-piaszczyste. Gleby takie, jak pokazuje praktyka i życie, nadają się do urządzania pól irygowanych z kulturą rolną oraz filtracyjnych i dają wyniki dostateczne lub nawet dobre, zależnie od niektórych indywidualnych szczegółów.

W glebach gliniasto - piaszczystych, zależnie od zawartości mułu i iłu, zwiększa się pojemność wilgoci, oraz zmniejsza się krążenie powietrza, lecz jednocześnie zmniejsza się i szybkość przesiąkania i filtracji ścieków, co wzajemnie kompensuje się, gdyż woda przez czas dłuższy pozostaje w styczności z piaskiem i powietrzem.

W szczególności przy układach paryskim i oksfordskim warunki dla zasilania gleby powie-

trzem są dobre ze względu na obecność pewnej ilości większych elementów (gruby piasek i żwirek), warunki zaś przy układzie Brunświku są gorsze, ze względu na brak większych elementów, a szczególnie ze względu na charakter podglebia — gliniasty. Przy powyższych warunkach podglebie nie będzie uzupełniać pracy, wykonywanej przez glebę, gleba zaś może zailać się i wstrzymywać dostęp powietrza. Niezbędne więc jest stałe czuwanie i stosowanie odpowiedniej uprawy wierzchnich warstw gleby, oraz częstsze rozrychlanie.

Do *czwartej grupy* zaliczam gleby o charakterze podglebia Brunświku, gleby Kitczyna i Wrocławia, tj. gleby z ilością mułu i iłu od 40 ÷ 45% do 60 ÷ 65%, w których ilość piasku dochodzi do 50 %. Gleby takie nazywamy *gliniaste*. Gleby te wykazują b. dużą pojemność wilgoci, b. małą włoskowatość, są mało przesiąkliwe dla wody i tylko z trudem przenika w nich powietrze. Wobec powyższego gleby gliniaste rzadziej bywają wykorzystywane do oczyszczania ścieków i wymagają specjalnej uprawy, doglądu, lub obchodzenia się z nimi. Np. stosuje się taką uprawę, ażeby wierzchnie warstwy możliwie miały budowę brył i grudek. W Anglii stosują specjalny system irygacji tzw. powierzchniowy, a przeorywując glebę dodają popiołu itp.

Duże znaczenie ma rodzaj podglebia. W Kitczynie i Wrocławiu znacznie utrudnia sytuację podglebie często gliniaste.

Oczyszczanie ścieków na glebach gliniastych zazwyczaj nie daje wyników dostatecznie dobrych.

Do *piątej grupy* zaliczam gleby ciężko gliniaste — zawierające do 35% piasku, gliny — zawierające do 25 % piasku, gleby torfiaste — zawierające do 50% szczątków roślinnych zwęglonych częściowo, gleby margliste — zawierające 15 ÷ 20 % węglanu wapnia, które w zasadzie nie nadają się do oczyszczania ścieków.

Charakter gleby w różnych częściach pola oraz na różnych głębokościach często znacznie różni się, wobec czego próby gleby do badania należy pobierać w różnych miejscach i na różnych głębokościach. Grubość warstwy, wykorzystywanej do oczyszczania, waha się od 1,20 do 1,80 m, ale bywa i więcej.

Najczęściej są praktykowane na polach dwa sposoby zraszania gleby: zatapianie czyli zalewanie i infiltracja. Przy sposobie zatapiania cały teren dzieli się na poletka wielkości od 1 ÷ 2 ha do 5 ÷ 10 ha, które są okolone wałem wysokości 0,5 ÷ 1,0 m dla zatrzymywania wody (ścieków). Zależnie od własności gleby i innych warunków grubość warstwy ścieków bywa od 8 cm do 40 ÷ 50 cm.

Przy sposobie infiltracji pole dzieli się na grządki szerokości 2 ÷ 3 m i długości 30 ÷ 50 m, między którymi napuszcza się w bruzdy ścieki. Pracę reguluje się w ten sposób, że codziennie, niezależnie od sposobu zraszania, zalewa się nie więcej niż $\frac{1}{4} \div \frac{1}{6}$ części całego obszaru użytkowego na polach irygowanych z kulturą, przy eksploatacji zaś terenu jako pola filtracyjnego użytkowuje się $\frac{1}{3} \div \frac{1}{4}$ całego terenu.

Praca na polach irygowanych i filtracyjnych odbywa się periodycznie, tj. po każdym zalaniu robi się na pewien czas przerwę dla odpoczynku, ażeby poletko ponownie mogło odzyskać swoje filtracyjne i biochemiczne własności.

Rzadko bywa, ażeby na całym terenie stale był praktykowany tylko jeden sposób zraszania. Częściej bywa, że na pewnych częściach pola jest używany jeden, a na innych — drugi sposób zraszania. Zimową porą pola irygowane przeważnie są wykorzystywane jako pola filtracyjne. Na polach filtracyjnych przeważnie jest stosowany sposób zatapiania. Zimową zaś porą zarówno na polach irygowanych jak i filtracyjnych stosowana jest często infiltracja z głębokich bruzd (rowów), które w górze są pokryte grubą warstwą lodu, a pod lodem w dolnej części odbywa się infiltracja. Są i inne sposoby zraszania: powierzchniowe zraszanie (Anglia), podziemna filtracja, o których wyżej wkrótce wspominałem, następnie sposób Gersona, Wulscha, które jednak nie znalazły większego zastosowania.

Dla odprowadzania wody przefiltrowanej — oczyszczonej na polach irygowanych (rzadziej) i filtracyjnych (częściej) układa się drenaż na głębokości 0,90 ÷ 1,20 m.

Wielkość terenu niezbędnego na pola irygowane względnie filtracyjne wynika z danych, ile ścieków w metrach sześciennych (m^3) na dobę, względnie od jakiej ilości mieszkańców może być oczyszczonych na jednym hektarze powierzchni pola. W drugim przypadku bierze się pod uwagę ilość wody przeciętnie zużywanej przez jednego mieszkańca na dobę.

Stosunek ilości ścieków do jednostki powierzchni pola zależny jest od wielu warunków, spo-

śród których bodaj na pierwsze miejsce wysuwa się sprawa, czy jednocześnie z oczyszczaniem ścieków ma się na względzie i wykorzystanie zawartych w ściekach składników dla rolnictwa, czy też nie.

Jak wiadomo, ścieki miejskie zawierają bardzo cenne z punktu widzenia rolnictwa składniki: związki kwasu fosforowego, potasu i azotu. Ilość tych związków, aczkolwiek ulega wahaniom, przeciętnie jednak wynosi na 1 m³ ścieków: kwasu fosforowego (P_2O_5) około 20 g, potasu (K_2O) 60 g, azotu (N) 80 g. Stosunek między tymi składnikami przedstawia się jak 1 : 3 : 4; rośliny zaś przeważnie zawierają te składniki w stosunku 1 : 3 : 2. Ponieważ część azotu dostarcza roślinom powietrze, a część potasu — gleba, przeto stosunek ich w nawozach mógłby być jak 1 : 2 : 1.

Różne rośliny z jednego hektara pola pobierają różne ilości składników odżywczych. Niżej przytaczam wyniki badania E. Heidena, które dotyczą jednego hektara przy dobrym urodzaju:

	Kw. fosforowego kg	Potasu kg	Azotu kg	Ilość azotu odpowiada m³ ścieków
Rajgras włoski . . .	124,0	344,0	326,0	4 070
Buraki (Beta vulgar) . .	117,0	485,0	244,0	3 000
Marchew	69,7	200,8	140,0	1 750
Brukiew letnia . . .	26,0	46,6	37,6	470
Brukiew zimowa . . .	61,8	91,6	86,0	1 075
Kapusta	67,0	177,0	114,0	1 425
Pszenica jara	22,0	42,0	54,0	675

Powyższe wyniki wykazują, jak różne ilości składników różne rośliny pobierają, oraz że i ilościowy stosunek tych składników bywa inny, niż ten, który wyżej podałem. Jeżeli więc chcielibyśmy wykorzystać cały azot, zawarty w ściekach, to dosyć byłoby na 1 ha odprowadzać 4 000 m³ ścieków, mając na względzie uprawę rajgrasu (jeden zbiór); w tym wypadku brakowałoby jednak związków fosforu 43,5 kg i potasu 100 kg, gdyż zawarta w 4 000 m³ ścieków ilość byłaby niedostateczna (P_2O_5 81,5 kg + K_2O 244 kg); należałoby więc te związki dodawać.

Gdyby zaś ilość ścieków dostosować do zapotrzebowania z 1 hektara przez rajgras kwasu fosforowego (P_2O_5), to należałoby na 1 ha odprowadzać do 6 300 m³ ścieków i wówczas pozostawałby w pewnym nadmiarze potas (28 kg) i azot (170 kg). Ujęcie takie jest częściej stosowane, niż dodawanie brakującej ilości składników.

Najczęściej spotyka się jako normalną ilość ścieków na 1 ha 30 ÷ 34,2 m³ na dobę, czyli 12 500 m³ na rok, czyli ilość ścieków od 250 mieszkańców przy zużyciu wody na dobę 120 ÷ 140 l na 1 mieszkańca. Jest to jednak ilość prawie 2 razy większa od wyżej podanej normy rolniczej, wyliczonej w stosunku do fosforu. Ponieważ w pobliżu dużych miast najczęściej bardzo trudno uzyskać odpowiedniej wielkości tereny, niezbędne dla oczyszczania ścieków, więc zależnie od miejscowych warunków ilość ścieków w stosunku do jednostki powierzchni ulega dość znacznym wahaniom.

A więc dla berlińskich pól jest stosowana wyżej podana norma: 30 ÷ 34,2 m³ na 1 ha na dobę, czyli ilość od 250 mieszkańców, czyli 12 500 m³ na rok; Brunświk — 38 m³ na dobę, ilość ścieków od 300 mieszkańców, 13 100 m³ na rok; Odessa — 44 m³ na dobę, 16 000 m³ na rok; Moskwa — 54,8 m³ na dobę, od 500 mieszkańców, 20 000 m³ na rok; Wrocław — 68,4 m³ na dobę, od 500 mieszkańców, 25 000 m³ na rok; Paryż — 109,6 m³ na dobę, od 600 mieszkańców, 40 000 m³ na rok; Charlottenburg — 150 m³ ścieków na 1 ha na dobę, od 1 000 ÷ 1 100 mieszkańców, czyli 55 000 m³ na rok.

Zjawia się pytanie, czym się tłumaczy taka duża rozpiętość w normach, tym bardziej, że są one utrzymywane przez długie lata i odpowiadają potrzebom życia codziennego. Szczególnie zwracają pod tym względem na siebie uwagę Berlin i Charlottenburg, osiedla znajdujące się w jednakowych warunkach klimatycznych i mające pod polami irygowanymi glebę o zbliżonych do siebie własnościach.

Różnica zasadnicza polega na innym nastawieniu i ujęciu sprawy gospodarczo-rolnej, związanej z ilością ziemi, znajdującej się w rozporządzeniu. Berlin posiada około 16 000 ha ziemi, z których 12 000 ha bardzo dobrze nadaje się do uprawy rolnej w charakterze pól irygowanych. Ścieki są wykorzystywane dla użyźniania pól, dostarczania niezbędnych składników dla uprawianych roślin. Ścieki na stacji pomp za pomocą krat są uwolnione od większej zawiesiny, na polach zaś przechodzą przez zwykłe osadniki, a następnie służą do zraszania poletek o powierzchni 25 ÷ 50 a. Pole

posiada drenaż, położony w odległości 5 m. Na polach prowadzi się prawidłową gospodarkę rolną z posiewami najrozmaitszych zbóż oraz jarzyn (żyto, pszenica, owies, jęczmień, bób, buraki, ziemniaki, marchew, kapusta i inne). Produkty rolne mają łatwy zbyt, a miasto, rozporządzając ogromną masą jarzyn, ma decydujący wpływ na kształtowanie się cen na rynku berlińskim. Majątek o powierzchni 800 ha dawał czystego zysku około 10 000 zł.

Ścieki Charlottenburga zbiera się w zbiorniku na stacji pomp, skąd w surowym stanie przepompowuje na pole. Tutaj najpierw trafiają one do osadników, których jest 31. Osadniki mają 60 m długości, 15 ÷ 20 m szerokości i 0,50 ÷ 0,60 m głębokości. Szybkość przepływu w osadnikach wynosi 7 cm na sekundę. Ścieki mają około 600 mg zawiesiny w litrze, z czego 470 mg (78,5%) zatrzymuje się w osadnikach. Na 1 000 m³ ścieków zbiera się 6 m³ osadu, zawierającego 88,8% wody. Codziennie jeden z osadników jest czyszczony.

Całe pole Charlottenburga zajmuje teren 222 ha i jest rozdzielone na 650 poletek, z których 20 poletek o powierzchni 4,8 ha zajmują osadniki, 30 poletek o powierzchni 7,66 ha zajmują stawy, w których osady z osadników przebywają przez czas dłuższy dla stężenia. Pozostałe 600 poletek zrasza się po kolei, przy czym kolejka dla każdego poletka powtarza się co 6 ÷ 7 dni. Całe pole posiada drenaż, położony w odległości 5 ÷ 10 m. Zraszanie odbywa się w stosunku 150 m³ ścieków na 1 ha. Około 3/4 całej powierzchni zasiewa się rajgrasem, a 1/4 zajmują pastewne buraki. W ciągu lata rajgras zbiera się 6 ÷ 7 razy i suszy w suszarkach. W stosunku do ogólnej ilości doprowadzonych ścieków odprowadza się do jeziora Havel za pomocą drenażu tylko 25%, a więc 75% zostaje pochłonięte przez glebę i rośliny, względnie wyparowane. Woda, spływająca do jeziora, posiada pod względem fizycznym i chemicznym własności dobrze oczyszczonej wody. Wydatki znacznie przewyższają przychód, osiągany ze sprzedaży plonów.

Wielki Berlin posiada obszar pod polami irygacyjnymi 25 000 ha. Roczna produkcja na tych polach wynosi:

Mleka	94 000 000	l
Jarzyn	600 000	q
Zbóż	50 000	q
Ziemniaków	150 000	q
Cieląt (rzeźn.)	15 000	szt.
Świń	7 000	szt.
Owiec	3 000	szt.

Tak imponująca ilość powyższych produktów ma poważne znaczenie w zagadnieniu wyżywiania.

W Lipsku instalacje do oczyszczania ścieków były wyjątkowo mechaniczno-chemiczne; w ostatnich latach zostały one rozbudowane w kierunku biologicznym, tak że 60 000 ÷ 80 000 m³ ścieków używa się do zraszania 20 000 ha prywatnych pól, położonych w odległości 13 km od miasta.

Niektóre miasta łączą ze sprawą oczyszczania ścieków zakładanie i prowadzenie stawów rybnych z dużym powodzeniem.

Poza sposobem uprawy i gospodarki rolnej na wydajność pracy pól irygowanych ma duże znaczenie rodzaj gleby, a szczególnie czy, w jaki sposób i w jakim stopniu ścieki uprzednio były oczyszczone, tj. czy ulegały wstępnemu oczyszczaniu zanim zostały użyte do zraszania pola. Dla ilustracji wpływu tych czynników podaję poniżej dane Angielskiej Komisji Królewskiej do spraw usuwania i oczyszczania ścieków.

Rodzaj gleby	Bez uprzedniego oczyszczania		Uprzednio oczyszczane ścieki mechanicznie lub chemiczno-mechaniczn.		Uprzednio oczyszczane za pomocą filtrów biologicznych	
	ilość mieszkańców na ha	ilość ścieków na dobę w m³ na ha	ilość mieszkańców na ha	ilość ścieków na dobę w m³ na ha	ilość mieszkańców na ha	ilość ścieków na dobę w m³ na ha
Żwirkowa	375	51,3	1 250	171,0	2 500	342
Piaskowa	375	51,3	1 250	171	2 500	342
Gliniasta	187,5	26,6	750	102,6	1 250	171
Torfiasta	187,5	25,6	500	68,4	1 000	136,8

Dane powyższe odnoszą się do spożycia wody około 140 l na dobę i mieszkańca, oraz do sposobu zraszania przez zatapianie (zalewanie) lub infiltrację. Przy sposobie powierzchniowego zraszania wydajność otrzymuje się nieco mniejszą. Liczby powyższe wykazują, że dla ścieków uprzednio wcale nie oczyszczanych za normę można przyjąć ilość ich od 375 mieszkańców, czyli 51,3 m³ na dobę na 1 ha (przy spożyciu wody 140 l na mieszkańca). Jeżeli zaś ścieki były uprzednio oczyszczone mechanicznie, lub chemiczno-mechanicznie, to ilość może być 3 ÷ 3,5 razy większa, a po uprzednim oczyszczaniu na filtrach biologicznych może być 6,5 ÷ 7 razy większa; w porównaniu zaś do berlińskiej normy 5 i 10 razy większa.

W Stanach Zjednoczonych Ameryki dość rozpowszechnione są pola filtracyjne (bez posiewów rolnych) dla oczyszczania ścieków. Przy odpowiednio dobrej glebie piaszczystej na 1 ha oczyszcza się normalnie ścieki od 3 000 mieszkańców w ilości około 375 m³. Często jednak bywa stosowana jeszcze większa norma i co do ilości mieszkańców i w stosunku do ogólnej ilości ścieków, tak że normy 125 000 m³, 150 000 m³, 170 000 m³ na rok (342 m³, 409 m³, 483 m³ na dobę) nie należą do wyjątków, przy czym ścieki czasami bywają uprzednio oczyszczane w osadnikach, lecz nie zawsze. Należy jednak zauważyć, że w Ameryce spożycie wody na jednostkę jest conajmniej 2 razy większe, niż w Zachodniej Europie, a 3 razy większe niż u nas, a więc ścieki są bardziej rozcieńczone.

Już wcześniej wspominałem, że codziennie tylko część pola bywa zraszana, reszta zaś odpoczywa celem przywrócenia filtracyjnych i biochemicznych własności. Przy uprawach rolnych jednocześnie zrasza się nie więcej niż 1/4 ÷ 1/6 część pola, a więc podczas zraszania obciążenie faktyczne jest 4 ÷ 6 razy większe niż przeciętne, na polach zaś filtracyjnych użytkowe obciążenie jest 3 ÷ 4 razy większe niż przeciętne. Co się tyczy wielkości terenu, niezbędnego dla wzniesienia na polach zabudowań gospodarczych, osadników, dróg, wałów itp., to przy wstępnym projektowaniu na ten cel należy doliczyć około 25%, gdyż terenu przeznaczonego do oczyszczania zmniejszać nie można i nie należy.

Dla kontroli pól zraszanych przyjęte są jako wytyczne normy prof. Virchowa dla wody odpływającej z drenażu. Równocześnie z liczbami Virchowa przytaczam wyniki badania wody z pól dobrze funkcjonujących, oraz wynik badania z pól przeciążonych. Wyniki podane w mg na litr.

	Normy Virchowa	Stopień oczyszczenia dostateczny	Stopień oczyszczenia niedostateczny
	1	2	3
Sucha pozostałość . .	1 200,0	1 124,4	1 014,4
Strata przy żarzeniu .	180,0	127,6	430,4
Pozostałość po żarzeniu	1 020,0	996,8	584,0
Utlenialność ($KMnO_4$) .	30,0	29,7	81,2
Amoniaku (NH_3) . .	6,0	1,9	68,6
Organ. związany azot .	1,0	0,5	11,5
Azotynów . . .	10,0	3,5	3,5
Azotanów	160,0	136,2	172,5
Chlor (chlorków) . .	220,0	203,8	195,0
Bakteryj w 1 cm³ . .	5 000,0	2 226,0	13 700,0

Wynik badania wykazuje, że w próbie wody niedostatecznie oczyszczonej pozostaje zbyt duża ilość związków organicznych w ogóle, oraz związków organicznych zawierających azot i łatwo utleniających się. Taka woda przy przechowywaniu wykazuje jeszcze skłonność do zagniwania.

Wodę dostatecznie oczyszczoną na polach zraszanych odprowadza się często do stawów i jezior, w których uprawia się hodowlę ryb, gdyż woda taka stwarza b. dobre warunki dla rozwoju flory i fauny.

Na zakończenie pozwolę sobie zrobić niektóre zestawienia co do zawartych w ściekach składników, przyjmując za podstawę, że 1 m³ ścieków zawiera: bezwodnika kwasu fosforowego (P_2O_5) 20 g, potasu (K_2O) 60 g i azotu (N) 80 g, i że każdy mieszkaniec miasta zużywa na dobę 100 l wody. Przy zestawieniu poniższym mam na względzie warunki polskie i m. st. Warszawy.

Przy 100 l na dobę i głowę na rok wypadnie ścieków	36,5 m³
Na 1 000 000 mieszkańców na rok	36 500 000 m³
które zawierają:	
azotu (N)	3 000 ton
potasu (K_2O)	2 250 „
kw. fosforowego (P_2O_5) . . .	750 „

Ilość powyższych składników odpowiada następującym ilościom nawozów, znajdujących się u nas w handlu:

zawierającym azot (16%) . . .		18 000 ton
„ potas (40%) . .		5 625 „
„ fosfor (18%) . .		4 125 „

co stanowi wartość, stosownie do przeciętnych naszych cen:

18 000 ton	po 210 zł za tonę . .	3 780 000 zł
5 625 „	po 172 zł za tonę . .	967 500 „
4 125 „	po 121 zł za tonę . .	499 125 „
27 750	razem	5 246 625 zł

A więc związki fosforu, potasu i azotu, zawarte w ściekach od 1 000 000 mieszkańców, jako składniki nawozów sztucznych, stanowią wartość około 5 000 000 złotych, dla Warszawy zaś przy 1 200 000 mieszkańców — około 6 000 000 złotych.

Poza składnikami odżywczymi, ścieki miejskie przedstawiają wartość dla uprawy rolnej ze względu na zawartość w nich w ogóle związków organicznych, powodujących powstawanie związków humusowych, dalej ze względu na możność dostarczania i regulowania dopływu wody, niezbędnej dla rośnięcia, a w końcu ze względu na dodatni wpływ hormonów, zawartych w ściekach, działających jako substancje podniecające. Wszystko to razem wzięte wytwarza bez porównania lepsze warunki dla rozwoju roślin, niż same przez się nawozy sztuczne.

Co się tyczy terenu niezbędnego dla pól irygowanych m. st. Warszawy, to wielkość jego, jak podano, zależy od wielu warunków; w grubym przybliżeniu jednak potrzebny byłby teren o powierzchni od 1 500 do 6 000 hektarów przy obecnej ilości mieszkańców.

Wnioski.

Gdy zachodzi potrzeba oczyszczania ścieków miejskich, przede wszystkim winna być zbadana sprawa, czy nie da się uzyskać odpowiednich terenów dla urządzenia pól irygowanych z kulturą rolną lub filtracyjnych, gdyż tym sposobom należałoby oddawać pierwszeństwo.

Przy parcelacji lub sprzedaży majątków w okolicach miast i osiedli, gminy winny starać się o nabycie odpowiednich terenów dla ewentualnych potrzeb miasta.

Przy stosowaniu innych sposobów oczyszczania ścieków miejskich, niż pola irygowane, należy mieć na względzie i starać się możliwie wykorzystywać składniki zawarte w ściekach dla potrzeb rolnictwa.

Przypisy i literatura.

Pod tytułem: „Städtereinigung und heimische Rohstoffversorgung" ogłosili:

A. Heilmann	I	*Ges. Ing.*	1934, S. 521
„	II	„ „	1934, S. 634
G. Schonopp	III	„ „	1935, S. 357
A. Heilmann	IV	„ „	1935, S. 583
„	V	„ „	1935, S. 764
„	VI	„ „	1936, S. 124
H. Kohlschütter	VII	„ „	1936, S. 754.

F. Zunker. Landwirtsch. Verwertung d. Abwässer. *Ges. Ing.* 1936, S. 373.

A. Heilmann. Die Verwertung der Abwässer in der Landwirtschaft. *Z. öff. Wirtsch.* 4, 1937.

Schilling A. Von der Abwasserreinigung in Fischteichen. *Ges. Ing.* 1935.

Sonntag. Landwirtsch. Verwertung städtischer Abwasser. *Ges. Ing.* 1936.

Kohlschütter H. und Heilmann A. Die Verwertung der Abwässer in der Landwirtschaft und in Siedlungen. (München - Berlin 1937).

A. Heilmann. Fragen der Entwässerung, Abwasserreinigung und Vierjahresplan. *Vom Wasser*, Bd. XII, 1938.

A. Backhaus. Allgemeiner Wirtschaftsplan für die Rieselgüter der Stadt Berlin.

A. Backhaus. Landwirtschaftliche Versuche auf den Rieselgütern der Stadt Berlin.

R. Fischer. Zur Frage der Abwasserverwertung in Oesterreich. *Wasserwirtschaft und Technik* 1937.

R. Fischer. Zur Frage der Abwasserverwertung in Oesterreich. *Wiener Landwirtschaftliche Zeitung* 1937.

G. Bötcher. Der Dungwert der Berliner Abwässer. *Ges.-Ing.* 1937, S. 330.

Fifth Report of the Royal Commission on sewage disposal.

Sł. Miklaszewski. Gleby Polskie (1930 r., wyd. 3).

Wiljams. Materijały razrieszeniju woprosa od organizacji polej oroszenija g. Moskwy, 1899.

W. Iwanow. Oczystka gorodskich stocznych wod, 1914.

T. Kirkor. Ob oczystkie stocznych wod na kijewskich polach oroszenija, 1908.

T. Kirkor. K woprosu o wodosnabżenii gorodow i oczystkie stocznych wod, 1909.

T. Kirkor. O kulturnych polach oroszenija, 1908.

Inż. JÓZEF STIKSA

Nowe drogi w dziedzinie oczyszczania ścieków kanałowych.

(Referat na XX Zjazd Gazowników, Wodociągowców i Techników Sanitarnych Polskich w Katowicach i Chorzowie w 1938 r.)

W tych dniach zwiedziłem z p. inż. M. Bronikowskim kilka miejskich oczyszczalni ścieków kanałowych w Niemczech. W ostatnich latach poczyniono w Niemczech w dziedzinie oczyszczania ścieków nieznane na ogół doświadczenia, dzięki którym uproszczono biologiczne oczyszczanie ścieków. Po słowem „uproszczono" — należy rozumieć potanienie tak kosztów inwestycyjnych, jak i eksploatacyjnych, oraz zwiększenie pewności ruchu, względnie uodpornienie osadu czynnego od przypadkowego zatrucia.

Nowa zdobycz w dziedzinie oczyszczania ścieków polega na biologicznym oczyszczaniu, będącym kombinacją zraszanych złóż i osadu czynnego, oczywiście po uprzednim, na ogół znanym, dokładnym mechanicznym oczyszczeniu ścieków.

Nie będę opisywać wszystkich zwiedzonych oczyszczalni ścieków, lecz ograniczę się do wymienienia ich nazw i głównych cech.

W poniższym zestawieniu wyliczam oczyszczalnie w tym porządku, w którym je zwiedzałem, jest to bowiem ważne ze względu na przekształcenie się mojego dotychczasowego zapatrywania na oczyszczanie ścieków osadem czynnym. Wyjaśniam, że — wyjeżdżając z Polski — uważałem metodę oczyszczania ścieków osadem czynnym za szczyt doskonałości i trudno było zachwiać tym moim przekonaniem.

Nazwa		Sprawność m^3/s	Rok budowy	Sposób oczyszczania
miejscowości	właściciela			
Stahnsdorf	Berlin	1,160	1931	osad czynny, filtrosy (pierwotnie wmontowane koła zdemontowano)
Wilmersdorf	Berlin	0,500	1900	kraty, piaskownik, przepompowanie ścieków
Templin	Templin	0,004	1930	osad czynny, napowietrzanie mamutem
Oranienburg I	Oranienburg	0,010	1912	zraszane złoża otwarte
Oranienburg II	Oranienburg	0,010	1936	zraszane złoża zamknięte, podmuch z dołu
Essen-Recklinghausen	Ruhrverband	0,410	1920	osad czynny, filtrosy i koła podwodne
Iserlohn	Ruhrverband	0,052	1938	zraszane złoża zamknięte, podmuch z góry, doczyszczenie osadem czynnym
Alter Emscher nad Renem	Emschergenossenschaft	5,000	1936	mechaniczne oczyszczanie bez komory gnilnej
Soest	Lippeverband	0,040	1930	zraszane złoża pół-nakryte, doczyszczenie osadem czynnym, stawy rybne
Holzwickede	Emschergenossenschaft	0,007	1936	zraszane złoża kryte, podmuch z góry, doczyszczanie osadem czynnym
Düsseldorf prawy brzeg Renu	Düsseldorf	1,200	1895	kraty i sita
Düsseldorf lewy brzeg Renu	Düsseldorf	0,150	1938	studnie emscherskie, osadnik à la Door, wydzielona komora gnilna

Na ogół można powiedzieć, że w Niemczech o ile zadecydowano oczyszczać ścieki mechanicznie i biologicznie, stosowano:

do roku 1920 otwarte złoża zraszane lub pola irygacyjne,

od r. 1920 do 1936 osad czynny, otwarte złoża zraszane, lub pola irygacyjne,

w roku 1936 nakryte złoża zraszane z podmuchem z dołu, z doczyszczaniem w osadniku wtórnym, lub pola irygacyjne,

od roku 1938 nakryte złoża zraszane z podmuchem z góry, z doczyszczaniem osadem czynnym, lub pola irygacyjne.

W ramach niniejszego artykułu nie zmieści się szczegółowy obraz przeobrażeń zapatrywań i opis walki zwolenników tego lub innego sposobu oczyszczania ścieków (walka ta trwa zresztą do dzisiejszego dnia). Ograniczę się przeto do omówienia kombinacji zraszanych złóż i osadu czynnego, która — jak widać już z naprowadzonego zestawienia — bierze górę nad osadem czynnym, stosowanym w postaci nam znanej. Opis niniejszy jest wynikiem mojego własnego porównania szeregu spostrzeżeń i danych dostarczonych mi z całą gotowością przez kolegów niemieckich.

Przy tej sposobności wyrażam publiczne podziękowanie następującym Panom: dr zur N e d d e n — dyr. Niemieckiego Zrzeszenia Gazowników i Wodociągowców w Berlinie, dr N. P a l l a s c h o w i — dyr. Kanalizacji w Berlinie, dr inż. P r ü s s o w i — dyr. Ruhrverbandu, inż. F. F r i e s o w i — nacz. Oddziału Oczyszczania Ścieków Ruhrverband, inż. H. B l u n k o w i — nacz. Oddziału Oczyszczania Ścieków Emschergenossenschaft, dr inż. N. S c h r e i e r o w i — dyr. Kanalizacji w Düsseldorfie, oraz wszystkim innym panom kierownikom poszczególnych oddziałów, którzy bez wyjątku z całą gotowością odpowiedzieli wyczerpująco na każde moje pytanie, dzięki czemu udało mi się zebrać cenny materiał, umożliwiający nam zastosowanie i wykorzystanie żmudnych i kosztownych doświadczeń kolegów niemieckich.

Kosztowny tak w założeniu, jak i w eksploatacji sposób oczyszczania ścieków osadem czynnym, oraz niebezpieczeństwo ograniczenia zdolności oczyszczającej osadu czynnego przez przypadkowe wypuszczenie do kanalizacji trucizny z któregokolwiek objektu fabrycznego — skłonił dra inż. P r ü s s a i inż. B l u n k a do bliższego zajęcia się znanym zresztą sposobem biologicznego oczyszczania ścieków na złożach zraszanych. Badania bakteriologiczne wykazały mianowicie, że w dolnych warstwach (począwszy od 0,5 m od góry) złóż zraszanych żyją te same bakterie i wyższe organizmy, które znajdujemy w osadzie czynnym. Spostrzeżenie to nadało kierunek doświadczeniom nad udoskonaleniem oczyszczania ścieków na złożach zraszanych. Skonstatowano, że w górnej, 0,5 m grubej warstwie złóż zraszanych żyją prócz innych organizmów, przy osadzie czynnym niespotykanych, w niezliczonej ilości larwy muchy „psychoda", pożerające wielkie ilości organicznych zawartości ścieków. Obszar działalności psychody, będącej plagą okolicy złóż zraszanych, należało ograniczyć do samego złoża zraszanego. Psychoda żyje przez cały rok i w zimie, lecz ze złoża wylatuje jedynie w ciepłych dniach letnich. Aby zmniejszyć plagę tych much, a zarazem i przykrą woń, szerzącą się w okolicy złóż zraszanych, pobudowano na próbę jedno złoże zraszane. Zastosowano równocześnie z obudową podmuch z dołu, oraz trutkę dla psychody wylatującej górą. Wynik tej próby był zdumiewający; przykra woń wzrosła znacznie. Po dokładnym zbadaniu tego zjawiska wykryto, że przykrą woń powoduje wydmuchiwany siarkowodór, normalnie unieszkodliwiony w granicach złoża. Wówczas wprowadzono do krytego złoża zraszanego, z wynikiem doskonałym, powietrze z góry. Usunięto przez ten zabieg przykrą woń w zupełności. Bliższe badania wykazały, że w górnej warstwie złoża rozmnażają się bakterie siarkowe, mineralizujące siarkowodór. Psychoda przy wdmuchiwaniu powietrza górą — prosperuje dobrze; obumarłe muszki, w większej części, na równi z resztą ciał organicznych, podlegają przeróbce biologicznej, ciała ich podlegają zmineralizowaniu w obrębie złoża; częściowo spłukane, unicestwione są na dalszej drodze w basenie doczyszczającym.

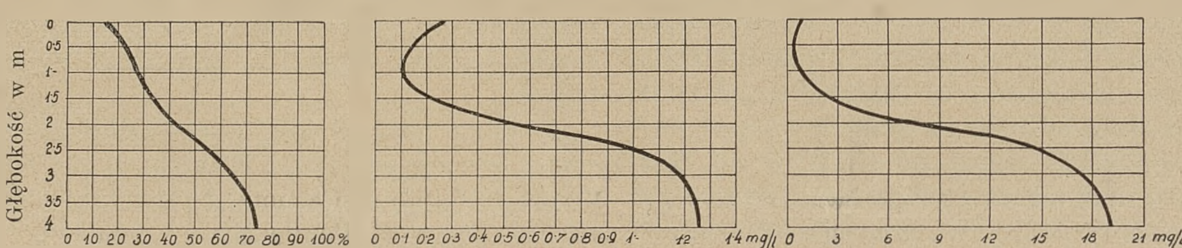
Ścieki, wychodzące ze złoża zraszanego, posiadają brunatno-szarawy kolor przy 70 ÷ 80% nasycenia tlenem. Nie podlegają więcej gniciu, nie powodują przykrej woni i nadają się już do wprowadzenia do wody publicznej. Przepuszczone jednak przez mały osadnik wtórny, działający przez wdmuchiwanie powietrza w stosunku 1 : 1 zarazem jako dodatkowe doczyszczenie osadem czynnym, opuszczają tenże tak dalece oczyszczone, że są zupełnie przezroczyste i tak samo oczyszczone,

jak po osadzie czynnym. Pomiary wykazały, że w 1m³ złoża wykonanego z lawy o ∅ 20 mm, wytworzy się w ciągu doby 1 900 kal ciepła. Ciepło to, w zimie, w nakrytych złożach zraszanych stwarza znakomite warunki bytowania dla różnych mikroorganizmów i psychody.

Dzięki doświadczeniom przeprowadzonym przez Emschergenossenschaft wiemy dalej, że na złoża zraszane można z dobrym wynikiem, bez zakłócenia biologicznej równowagi, doprowadzić ścieki w stosunku ścieków do korpusu złoża jak 5 : 1. Jak widać, dawniejszy niekorzystny stosunek 1,5 : 1 jest daleko przekroczony, co umożliwia kilkakrotne zmniejszenie objętości złoża zraszanego. Dowiedziałem się dalej, że pożądaną jest większa wysokość złoża, a mianowicie około 4 m. Łatwo się domyśleć, iż złoże zraszane, sporządzone na tych podstawach, wypadnie tanio i zgrabnie.

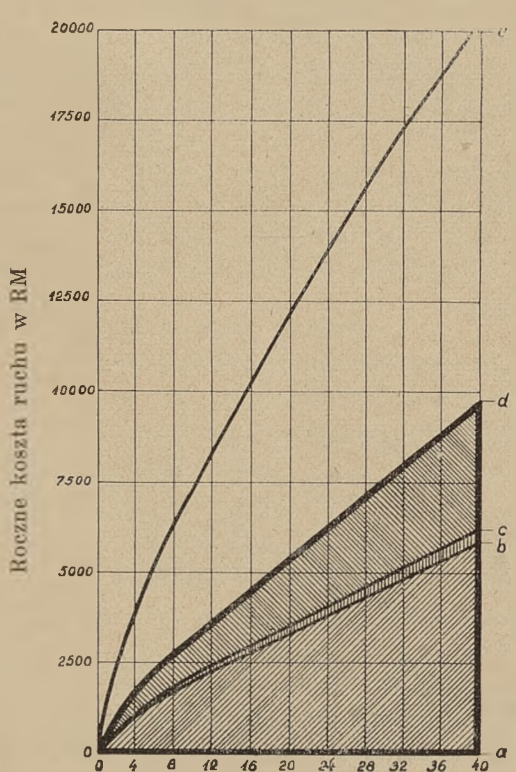
Jak wiemy, przy zastosowaniu osadu czynnego, wdmuchuje się powietrze pod ciśnieniem 4 000 ÷ 6 000 mm słupa wody, w ilości 5 do 15-krotnej i większej (w Templinie 62-krotnej). Przy złożach zraszanych wdmuchuje się powietrze w ilości co prawda 30-krotnej, ale za to pod ciśnieniem tylko 5 ÷ 10 mm słupa wody. Przy doczyszczeniu osadem czynnym dochodzi do tego jednokrotność powietrza pod ciśnieniem około 10 000 mm słupa wody, oraz siła potrzebna do podniesienia ścieków na złoża. W każdym razie oszczędność na sile popędowej jest znaczna.

Rys. 1 przedstawia graficznie przebieg mineralizacji części organicznych zawartych w ściekach oraz przyrost tlenu na złożu zraszanym 4 m wysokim. Pomiarów dokonał N. Lanz.



Krzywa przyrostu O_2 Krzywa związków N_2O_3 Krzywa związków N_2O_5

Rys. 1.



Ilość mieszkańców w tys.

Rys. 2. *Koszta ruchu oczyszczalni ścieków.*

Na rys. 2 uwidocznione są przeciętne koszta, obliczone przez inż. Blunkego, połączone z uruchomieniem oczyszczalni osadem czynnym w porównaniu do złóż zraszanych. Jak widzimy z tego wykresu, koszt ruchu przy złożach zraszanych wynosi 1/3, a najwyżej — przy dodatkowym zastosowaniu doczyszczania osadem czynnym — 1/2 kosztów ruchu, wynikłych przy zastosowaniu osadu czynnego. Inż. Blunke podaje dalej, że zużycie $KMnO_4$ w stosunku przypływu do odpływu na złożach zraszanych maleje o 75 ÷ 80%, oraz że na tej samej drodze zużycie tlenu biochemicznego spada o 85 ÷ 92% w warstwie złoża wysokości 4 metry.

a — e osad czynny
a — b podnoszenie ścieków na złoża zraszane
a — c zamknięte złoża zraszane z napowietrzaniem
a — d zamknięte złoża zraszane z osadem czynnym
b — c napowietrzanie górne
c — d napowietrzanie przy doczyszczaniu osadem czynnym.

Warunkiem sprawnego działania złóż zraszanych, jak zresztą każdego innego biologicznego oczyszczania ścieków w ogóle, jest dokładne mechaniczne wstępne oczyszczenie ścieków. Na drodze mechanicznego oczyszczania ścieków nie zauważyłem w Niemczech żadnego postępu. Na ogół można tylko powiedzieć, że w mniejszych urządzeniach stosuje się osadniki dortmundzkie lub studnie emscherskie, w większych zaś osadniki zgarniane mechanicznie. W ostatnich czasach opuszcza się jednak niepotrzebnie skomplikowaną zgarniaczkę czworokątną systemu „Door", zastępując ją zgarniaczką o kształcie okrągłym lub prostokątnym.

Również i w konstrukcji komór gnilnych i w sposobie wygniwania osadu nie zauważyłem żadnych zmian. W wydzielonych komorach podgrzewają w Niemczech osad wszędzie do temperatury 20 ÷ 30° C (w zimie 20° C, w lecie 30°C). Gaz zużywa się do wytwarzania własnego prądu elektrycznego, pokrywającego w zupełności zużycie energii elektrycznej w obrębie oczyszczalni. Wodą chłodzącą od silników spalinowych podgrzewa się zawartość komór fermentacyjnych. Tak ochłodzona woda wraca z powrotem do silnika gazowego i tak w kółko. Wyjątek stanowi Düsseldorf, gdzie gaz po oczyszczeniu sprężają do 200 at i zużywają do napędu miejskich samochodów.

Niektóre ważne spostrzeżenia co do budowy krytych złóż zraszanych z górnym wdmuchiwaniem powietrza.

Wielkość ziarna złóż zraszanych odgrywa znaczną rolę. Nad gęstym systemem rur drenowych układa się około 30 cm warstwę złoża o ziarnie grubości około 80 mm. Następnie usypuje się warstwę ok. 3,20 m wysoką o ∅ ziarna 20 ÷ 40 mm. Na wierzchu tej warstwy sypie się ziarno o ∅ 40 ÷ 80 mm do wysokości 0,5 m, tak że ogólna wysokość wynosi 4 m. Ziarno górnej warstwy musi być wielkie (a nie jak dotychczas stosowano najmniejsze), gdyż tylko w tym wielkim stosunkowo uziarnieniu rozwija się potrzebne życie biologiczne, a w szczególności stwarza się dobre warunki dla psychody, odgrywającej dominującą rolę na drodze oczyszczania ścieków.

W Niemczech istnieje kopalnia skamieniałej lawy, kalkulującej się w cenie 8 RM za 1 m^3. Niska cena tego porowatego minerału powoduje wyłączne jego zastosowanie dla złóż zraszanych w Niemczech. U nas należy zastanowić się nad doborem odpowiedniego materiału; moim zdaniem, należałoby dokonać doświadczeń i dopiero wówczas zadecydować o stosowaniu tego lub innego materiału. Przy próbach powinno się zwracać uwagę przede wszystkim na odporność materiału na działanie sił mechanicznych i chemicznych, oraz jego stosowność i przydatność dla rozwoju życia biologicznego. Niewątpliwie każdy materiał wykaże inny stopień skuteczności oczyszczania ścieków.

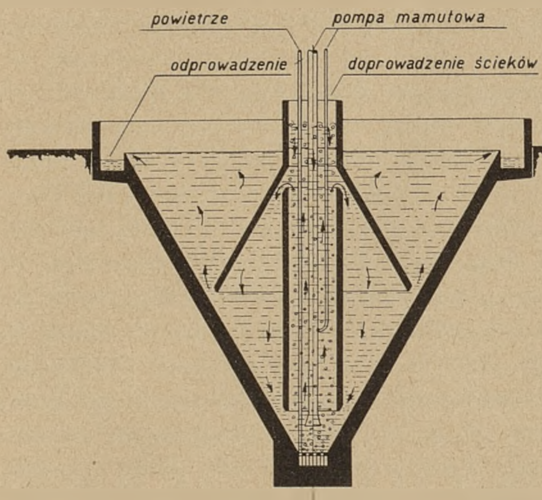
Ważnym momentem dla prawidłowego działania złóż zraszanych jest nieustanne doprowadzanie potrzebnej ilości powietrza. Doświadczenia mianowicie wykazały, że stosunkowo krótki postój wywołał nadmierny wzrost kwasu węglowego w obrębie złoża, co spowodowało zahamowanie rozwoju mikroorganizmów.

Poza tym należy pamiętać, że każda zmiana warunków życiowych powoduje ograniczenie zdolności życiowej lub śmierć jednych bakteryj, przy równoczesnym rozwoju życia innych rodzajów mikroorganizmów. Zmiany te oczywiście są niepożądane.

Dalszym ważnym odkryciem na drodze oczyszczania ścieków na złożach zraszanych jest sprawdzenie potrzeby częstego (co kilka lub kilkanaście sekund) zlewania złóż, a nie — jak dotychczas uważano za konieczne — zlewanie przerywane w interwałach około 30 minutowych. W Niemczech stosują prawie wyłącznie koła Segnera. Jedynie w Oranienburgu spotkałem dysze w krytych złożach, w otwartych i tam zastosowano koła Segnera. Koła Segnera wymagają mniej siły do podnoszenia ścieków i pracują na ogół sprawniej i co najważniejsze zlewają złoże idealnie równomiernie, czego nie można powiedzieć o dyszach. Wszystkie nadmienione ulepszenia spowodowały 3 ÷ 4-krotne zwiększenie wydajności jednostki złoża zraszanego.

Biologiczne doczyszczanie ścieków osadem czynnym.

Ścieki po wypływie ze złóż zraszanych wprowadza się do pomysłowo urządzonego osadnika wtórnego (rys. 3). W danym wypadku ważnym czynnikiem jest mały stosunkowo rozmiar basenu, decydujący o cenie całego urządzenia. Otóż pożyteczna zawartość wynosi około 1/15 dobowej ilości ścieków; jest to zatem basen nie przekraczający znacznie wymiarami normalnego osadnika wtórnego, stosowanego przy oczyszczaniu osadem czynnym, wymagającego około 1/20 objętości do-



Rys. 3. *Osadnik wtórny.*

bowej ilości ścieków. Jak widzimy z rysunku, wewnętrzna część basenu służy jako basen napowietrzający, zewnętrzny wieniec jest właściwym osadnikiem wtórnym. Potrzebny powrotny osad czynny spada samoczynnie, nieustannie do komory napowietrzającej. Nadmiar osadu czynnego wypompowuje się pompą mamutową raz na dobę. Całe urządzenie, jak widać, jest w stosunku do normalnych urządzeń dla osadu czynnego bardzo uproszczone. W praktyce okazało się niezawodne.

W mieście Soest i w Holzwickede ścieki po opuszczeniu opisanych basenów doczyszczających wpuszcza się do rybnych stawów, zasilanych wyłącznie wodą ze ścieków. Roczny przyrost z 1 ha na wadze karpi wynosi 500 kg. Niezawodnie zatem, gdzie tylko miejsce na to pozwala, należałoby założyć stawy rybne.

Korzyści wynikłe przez zastosowanie złóż zraszanych z sztucznym napowietrzeniem w stosunku do osadu czynnego, lub złóż bez podmuchu są następujące:

1) zmniejszenie kosztów budowy,
2) zmniejszenie wydatków na eksploatację,
3) niezależność od pogody, a zatem zapewnienie w każdych warunkach odprowadzenia nadmiaru kwasu węglowego,
4) usunięcie nieprzyjemnej woni,
5) „ plagi much,
6) „ wrażliwości na zakażenie osadu czynnego.

Końcowe uwagi i spostrzeżenia.

Dzienna ilość ścieków na głowę i dobę we wszystkich omawianych wypadkach wynosi 120 ÷ 160 l. Wyjątek stanowi jedynie Templin z ilością 45 l. Wielkie ilości ścieków na głowę i dobę zawdzięcza się znacznej ilości ścieków fabrycznych. Wielkości złóż, osadników itd. dostosowane są do powyższych ilości ścieków, wielkości te należy oczywiście zmniejszyć wzgl. zwiększyć w zależności od stopnia koncentracji zanieczyszczenia ścieków ciałami organicznymi.

Znamienne dla dzisiejszego zapatrywania w Niemczech na sprawę biologicznego oczyszczania ścieków jest to, że miasto Iserlohn przerabia dawną oczyszczalnię ścieków osadem czynnym na złoża zraszane z podmuchem z góry, przy zastosowaniu dodatkowego doczyszczenia osadem czynnym, a zatem przy zastosowaniu sposobu w niniejszym artykule opisanym. Kilka miast przerabia odkryte złoża zraszane na kryte. Spostrzeżenia powyższe powinny być niewątpliwie drogowskazem dla naszego postępowania w dziedzinie oczyszczania ścieków.

Wszystkie zwiedzone oczyszczalnie pobudowane są dla chwilowych warunków i na ogół obliczone są na bardzo mały rozrost miast: zaledwie na 10 lat. Na moje zapytanie, dlaczego nie przewidują rozbudowy przynajmniej na 30 lat, odpowiedziano mi, że ani względy gospodarcze, ani techniczne za takim rozwiązaniem zagadnienia nie przemawiają. Wielkie postępy i ciągłe zmiany w stosowaniu takiego lub innego sposobu i urządzeń do oczyszczania ścieków, przemawiają najlepiej przeciw przewidywaniom budowy oczyszczalni ścieków na daleką metę. Jedynie sieć kanalizacyjną obliczają Niemcy dla większego rozrostu miasta.

Oczyszczalnie ścieków buduje się niedaleko miasta, często w śródmieściu i to ze względu na oszczędności na głównych przewodach. Tylko w wyjątkowych wypadkach spotkałem oczyszczalnię ścieków oddaloną o 1 km od miasta.

Min. Rolnictwa udziela 50% subwencji na budowę oczyszczalni, oddającej swoje ścieki po oczyszczeniu dla celów rolniczych; w przeciwnym wypadku miasta względnie Spółki Wodne, pokrywają same cały koszt budowy.

Wszystkie oczyszczalnie ścieków prowadzone są bardzo oszczędnie. Nieraz spotyka się oczyszczalnię z jednym obsługującym. Na moje zapytanie, ile godzin taki człowiek pracuje, pada odpowiedź: „cały dzień, a w nocy budzą mnie dzwonki alarmowe na wypadek zepsucia się czegokolwiek". W innym wypadku odpowiedziano mi: „na piętrze

mieszka moja żona i daje mi znać na wypadek nieregularności hałasu maszyn". Zaznaczam, że w Niemczech obowiązuje również 8-godzinny dzień pracy, widocznie jednak nie jest ostro przestrzegany i urzędy patrzą się przez palce. Wspominam o tym tutaj dlatego, że zadziwiały mnie anormalnie niskie koszty utrzymania oczyszczalni ścieków. Nigdzie nie przekroczyły 1 RM na głowę i rok. W wymienionych na początku Spółkach Wodnych, roczny koszt utrzymania i oczyszczenia ścieków na mieszkańca wynosi 0,30 RM. Przedsiębiorstwa przemysłowe opłacają stawki za wodę, zależnie od stopnia zanieczyszczania ich ścieków. Kopalnie węgla płacą od 1 tony wydobytego węgla 2 RM.

Niemieckie Spółki Wodne.

Niniejsze sprawozdanie z mojej podróży po Niemczech nie stanowiłoby zamkniętej całości, gdybym nie wspomniał o zbawiennych wpływach Spółek Wodnych na gospodarkę wodną poszczególnych ugrupowań interesentów, dla których Spółka została zawiązana, oraz dla całokształtu spraw, rozpatrywanych z punktu widzenia gospodarki wodnej ogólno-państwowej.

W Niemczech istnieje obecnie 15 Spółek Wodnych, pracuje się zaś nad statutami kilku dalszych Spółek. Jak mnie poinformowano, dążeniem Rzeszy jest objęcie całych Niemiec przemyślaną siecią Spółek Wodnych tak, aby w końcu możliwe było z jednego miejsca opanować całokształt tak ważnego dobra użyteczności publicznej, jakim jest woda.

Obszar działalności niemieckich Spółek Wodnych oznaczony jest działem wód większych rzek. Tak np. Ruhrverband obejmuje swoją działalnością około 5 000 km². Do sfery działania Spółki Wodnej należą wszystkie sprawy dotyczące wód publicznych, sprawy zaopatrzenia ludności i przemysłu w wodę, oraz sprawy oczyszczenia i odprowadzenia ścieków z miast, kopalń i fabryk.

Wspólne interesy Spółek Wodnych regulowane są na specjalnych posiedzeniach zainteresowanych Zarządów Spółek. Tak np. ze względu na anormalnie rozwinięty ciężki przemysł w obrębie działalności Emschergenossenschaft i połączone z tym trudności utrzymania wody rzeki Emschery w stopniu umożliwiającym zasilanie wodociągów wodą z tej rzeki, postanowiono oczyszczać ścieki licznych miast i fabryk, leżących nad tą rzeką i jej dopływach do stopnia umożliwiającego ich wpuszczenie do otwartego kanału, do których rzekę Emscherę zaliczono. Równocześnie zarządzono utrzymywanie wody rzeki Ruhr w stanie wyjątkowo czystym, tak aby z jej obszaru możliwe było zasilanie wodociągów miejskich, znajdujących się w granicach interesów Emschergenossenschaft. I tak też się dzieje, obecnie pompuje się w dolinie rzeki Ruhr 20 m³/s wody przeznaczonej dla miast i przemysłu, znajdującego się w dorzeczu rzek Ruhry i Emschery. W ten sposób doszło się do granicy, a nawet przekroczono max. wydajność wodonośnych warstw rzeki Ruhry. Obecnie bierze się w orbitę wody rzeki Lippe. Opisany fakt najlepiej charakteryzuje konieczność wielkiego planu gospodarki wodą — jako najwyższym dobrem społecznym. Liczny przemysł nad rzeką Emscherą — wobec powyższego postanowienia — wykłada mniej pieniędzy na oczyszczanie swoich ścieków, zarazem utrzymuje się znakomitą jakość wody w rzece Ruhrze. Idzie to kosztem przemysłu, znajdującego się nad rzeką Ruhr, ale za to w przyszłości nowe fabryki będzie się budować wyłącznie nad rzeką Emscherą, a rzekę Ruhr ochroni się przed dalszym zanieczyszczeniem. Te wyższe względy gospodarcze były przecież bodźcem do takiego postawienia sprawy. Takie daleko pomyślane i bezsprzecznie nawskroś pożądane i w swych skutkach błogosławione pociągnięcia mogą być dokonane jedynie po ujęciu gospodarki wodnej w ręce kilku wielkich Spółek Wodnych.

Niemieckie Spółki Wodne są to jednostki gospodarcze potężne, dysponujące kapitałami liczącymi setki milionów RM, ich budżety roczne obracają się w kwotach od kilku do kilkunastu milionów RM.

Zebrałem i w tej dziedzinie liczny materiał i mogę na żądanie posłużyć bliższymi danymi.

Polskie ustawodawstwo przewiduje zakładanie Spółek Wodnych, lecz niestety nic nie słychać o tak pomyślanych Spółkach, jak powyżej opisano. Sprawa zapewne i dla nas jest bardzo aktualna; lepsze i tańsze jest planowe zagospodarowanie całych połaci kraju, aniżeli poźniejsze przystępowanie do uregulowania splotu interesów po ich wzajemnym pokrzyżowaniu się. Że Spółki Wodne przynoszą swoim spólnikom wielkie korzyści, to wykazałem już na początku (koszt oczyszczenia wody na mieszkańca i rok w obrębie spółki 0,30 RM, zaś przy gospodarce indywidualnej 1,0 RM).

Tam więc w Polsce, gdzie normalne warunki rokują większy rozwój przemysłu, należałoby już obecnie pomyśleć o planowej gospodarce wodnej na wzór niemiecki.

Inż. HENRYK WOJCIECHOWSKI

Wysypiska a względy higieniczne i gospodarcze.

(Referat na XX Zjazd Gazowników, Wodociągowców i Techników Sanitarnych Polskich w Katowicach i Chorzowie w 1938 r.)

Sprawa higieny w miastach, której częścią składową jest uwalnianie miast od śmieci, odpadków, oraz tego wszystkiego, co gnijąc zatruwa powietrze i uprzyksza mieszkańcom pobyt i życie, sięga czasów bardzo dawnych. Już w wiekach średnich, miasta — jako większe zbiorowiska ludzkie — odczuwały silnie zabłocenie ulic, tym bardziej, że były one naturalnym zbiornikiem nie tylko błota i nawozu zwierzęcego, ale i odpadków domowych, gdyż mieszkańcy wyrzucali śmieci i odpadki na ulice. Wtedy już np. w Krakowie istniał obowiązek, ciążący na właścicielach nieruchomości, wywożenia błota i nieczystości z połowy szerokości ulicy, na długości domu. W Rynku, obowiązek ten odnosił się do szerokości 16 łokci, resztę obowiązane były czyścić i wywozić władze miejskie (St. K u t r z e b a. Finanse Krakowa w wiekach średnich. *Rocz. Krak.* III, str. 115—116). Jan P t a ś n i k w swojej pracy p. t. „Miasta i mieszczaństwo w dawnej Polsce" na str. 454 i 455 pisze, „że długiego potrzeba było czasu, zanim się ulice w miastach zbudowanych na grząskiej glebie, jak np. Kraków, Poznań czy Wrocław, uczyniło zdatnymi do jazdy kołowej. Wyglądały one może nie lepiej, aniżeli dzisiaj drogi wiejskie. W porze dżdżystej trudno było przejść z jednej strony na drugą tak, że w pewnych miejscach kładło się dyle drewniane i w ten sposób powstawały mosty uliczne. Ulica Grodzka w Krakowie prowadziła przez trzęsawisko i przeto wymoszcza się ją dylami w ten sposób, że ku domom była wyżej położoną, tworzyła jakoby koryto lub łożysko rzeki, najgłębsze w środku, ku któremu spływały ścieki, w razie zaś deszczu rzeczywiście zamieniała się w rwący strumień. Tak się przedstawiała ulica Grodzka w roku 1412, a inne zapewne nie dużo lepiej".

A więc już w wiekach średnich, jak widać z powyższego, wyłaniała się troska o wygląd miasta i jego zdrowotność.

Zdrowotność, bo jednak zdawano sobie sprawę, że przed licznymi zarazami, tzw. morowym powietrzem dziesiątkującym ludność ówczesnych miast, uciekano masowo na wieś. Dalszym objawem troski o wygląd, higienę, a już i wygodę mieszkańców było pojawienie się chodników brukowanych w połowie XIV wieku. W roku 1368 spotykamy się w Krakowie z brukarzami, a w 1414 ze zwożeniem potężnych głazów kamiennych. Chodniki od właściwej ulicy oddzielane były kamiennymi słupami. Wzorowano się w tym na miastach włoskich, posiadających bruki już w XII wieku, oraz na miastach, jak Kolonia, Strassburg, Moguncja, Trewir i innych, które — jako zakładane przez Rzymian — posiadały bruki przez tychże jeszcze urządzane. Władysław Ł u s z c z k i e w i c z w pracy swej p. t. „Najstarszy Kraków na podstawie badania dawnej topografii" wydanej w *„Roczniku Krakowskim"* (nr 2, 1899 r.), twierdzi na podstawie badań przeprowadzonych przy sposobności budowy kanałów, że bruk w Krakowie istniał już w 1257 r. Przejawem higienicznych urządzeń był również istniejący w Krakowie od końca XIV wieku wodociąg. Klemens B ą k o w s k i w dziele p. t. „Dzieje Krakowa" wzmiankuje na str. 80, że „w wieku XVII próbowano wypuścić czyszczenie ulic w dzierżawę, co się jednak długo nie utrzymało. W XVIII wieku mieszkańcy Grzegórzek zamiast czynszu z gruntów miejskich posyłali ludzi do zamiatania ulic".

Pomimo jednak usilnych poszukiwań nie udało mi się nigdzie wpaść na ślad, jak i gdzie nieczystości usuwano. Można tylko wydedukować na podstawie pewnika, że teren miasta podniósł się w różnych punktach o różne wysokości, jak np. od 2,25 do 2,70 m, że nierówności terenu były przynajmniej częściowo wyrównywane wywożonymi, względnie zgarnywanymi śmieciami i błotem. Popiera to przypuszczenie Władysław Ł u s z c z k i e w i c z w przytoczonej powyżej rozprawie na str. 23, pisząc: „Wykopy te, nie przechodzące głębokości 4 metrów, nie przedstawiały nic interesującego, nasypy powstały z warstw pogorzelisk, śmieci i odpadków kości bydlęcych obok śladu dawnych kamiennych bruków. Nasyp miał około 2 metry grubości". Ówczesny sposób zużytkowywania śmieci, odpadków i błota, przetrwał do dni dzisiejszych, naturalnie z licznymi i różnorodnymi zmianami. I dzisiaj bowiem wiele miast, tak u nas, jak i w innych państwach wyrównuje

tereny na swych peryferiach śmieciami, chcąc uzyskać w ten sposób w dalszej przyszłości grunta budowlane, w bliższym czasie obszary pod parki, dziedzińce, lub w najbliższym pod ogródki działkowe. Poza tym odgrywają tutaj rolę i względy higieniczne, choć dziwnym wydawać się może, aby ten niebardzo higieniczny sposób pozbywania się odpadków z miasta miał działać zdrowotnie. A jednak — np. Kraków zasypuje liczne na peryferiach miasta rozsiane glinianki, oraz stare zalewiska Wisły, w których czy to po powodzi, czy też po długotrwałych deszczach stagnuje woda, powodując wydzielanie gnilnych wyziewów i stwarzając idealne warunki dla wylęgania się komarów. Przez szybkie stosunkowo zasypanie, przykrywając ziemią materiały gnilne i zlewając nowe części wysypiska mlekiem wapiennym z świeżo gaszonego wapna, czyli tępiąc w ten sposób, a przynajmniej silnie zmniejszając plagę much i zaduch wysypiskowy, skraca się okres wydatnej niezdrowotności do minimum. Jest pewne, że doły te, nie zasypane doraźnie tym najgorszym, ale w wielkiej ilości posiadanym materiałem, nie będą mogły być wyrównane gruzem, czy też ziemią w tak krótkim czasie, aby to nie miało wpłynąć na zdrowotność całego miasta, biorąc pod uwagę, że całe miasto jak wieńcem otoczone jest tego rodzaju dołami. Według aproksymatywnych obliczeń, terenów do zasypania i wyrównania posiada Kraków, przy dzisiejszej sile wywozu popiołu, zmiotków i odpadków domowych, oraz błota, pyłu i zmiotków ulicznych przez Zakład czyszczenia miasta, na okres trzydziestoletni. W razie objęcia przez Zakład wywozu ze wszystkich realności tj. 8 649 (dzisiaj z 4 753 realności), okres ten się zmniejszy. Nie ulega wątpliwości, że ze względów gospodarczych Kraków powinien jak najintensywniej dążyć do usunięcia nierówności terenu, licząc się z tym, że dzisiejsze wysypisko dopiero za 20 do 25 lat stanie się zdolne do użycia jako grunt budowlany, jeżeli warstwa nasypana nie osiągnie 3 metrów. W grubszych warstwach bowiem brak dostępu powietrza do dolnych części powoduje opóźnienie fermentacji bardzo wydatnie. Inż. dr Herman Dalhoff, kierownik taboru Zakładu Cz. ulic i wywozu popiołu i zmiotków miasta Wrocławia, przy kopaniu fundamentów na trzecim metrze natrafił na warstwy nie przegniłe, dymiące. Z miast niemieckich, Lipsk i Frankfurt n. Menem przeprowadzają bardzo intensywne prace wysypiskowe. Lipsk mianowicie zasypuje bagna nad rzeką Elsterą, nie poprzestając jednak na samym zasypaniu. Brak wzgórz, niezbędnych dzisiaj do propagowania sportów zimowych, dał asumpt do utworzenia tychże w sposób sztuczny. Mieszkańcy Lipska z dumą stwierdzają, że na miejscu bagien w 1980 r. będą mieć wzgórze o 45 metrach wysokości. Dalej jeszcze poszedł Zarząd miasta Frankfurtu nad Menem, który w przepięknie utrzymanym lasku miejskim wyciął polanę i tutaj sypie „Scherbelberg" (górę skorupkową). Gdy w roku 1935 zwiedzałem to wysypisko, wznosiło się ono już 28 mb ponad teren lasku. Wysypiska te, ze względu na wysokość do jakiej są prowadzone, pociągają ogromne koszta. Częste wewnętrzne pożary zmuszają bowiem Zarządy Cz. m. do kosztownych inwestycyj przeciwpożarowych, utrzymywania obsługi, badającej w permanencji temperaturę wysypisk, prowadzenia walki chemicznej ze szczurami, muchami i robactwem. W walce tej bierze żywy udział laboratorium szpitala miejskiego, dostarczając trucizn i kombinując coraz to skuteczniejsze mieszanki.

Z miast niemieckich stosuje również wysypiska Wiedeń, których prowadzi równorzędnie dwa, z rozbudowaną kolejką elektryczną i udoskonaleniami gdzie indziej nie spotykanymi.

Z większych miast niemieckich jeszcze Düsseldorf i Monachium wywożą swe śmieci na wysypiska, stosując system skrzynek wymiennych i stacyj przeładowawczych. Monachium transportuje swe skrzynki koleją aż do Puchheim.

Z miast naszych, poza Krakowem, o ile mi wiadomo, planowo prowadzi wysypiska Warszawa i Katowice.

Ze względów utylitarnych, nawet niektóre miasta Stanów Zjednoczonych używają wysypisk, jak np. Koneska w Stanie Wisconsin, którego zarząd wywozi odpadki, popiół i śmieci na odległość 7,5 km, równając tereny, na których ma być założony park, oraz miasto Flint w Stanie Michigan, gdzie znowu śmieci zużywa się po przesegregowaniu do utrwalania budowy dróg, a nie dającymi się przesegregować podnosi się tereny. Wysypiska, prowadzone z jak największym nawet nakładem kosztów, przeprowadzaną często i starannie dezynfekcją, będą zawsze dalekie od wymogów higieny, a w swych świeżych częściach ośrodkiem zaduchu i fetoru, oraz w mniejszym czy większym stopniu wylęgarnią much, i tylko względy podniesienia higieny miasta na przy-

szłość oraz wybitne względy gospodarcze mogą usprawiedliwić prowadzenie ich.

Miasta zachodniej Europy w znacznej większości porzuciły ten sposób pozbywania się śmieci. Stosują one przeważnie spalanie ich. Spalarnie posiadają prawie wszystkie miasta Zachodu i Nowego Świata, chociaż nie wszystkie z posiadających używają ich.

Idea spalania śmieci nie jest całkiem nowa, już bowiem w roku 1893 Ryszard Schneider z Drezna uzyskał patent noszący tytuł „Verfahren und Ofen zur Herstellung von Baumaterialen aus Wirtschafts-Abfallstoffen", a następnie pojawiają się patenty w latach 1908, 1915, 1920 i wreszcie najnowsze z lat 1925 i 1927. Niemniej, pomimo tak licznych patentów niemieckich, fakt spalania śmieci miał najpierw zastosowanie w Anglii i Francji, a miasta niemieckie długo były zdania, że w Niemczech spalanie nie da się przeprowadzić. W ubiegłym dziesięcioleciu (wedle dr inż. F. A. Oetkena z Frankfurtu nad Menem) Niemcy, nie znając właściwości niemieckich odpadków, ustosunkowywały się z uprzedzeniem do spalania. Niemniej miasta niemieckie wprowadziły u siebie spalarnie śmieci, a doświadczenia osiągnięte przez nie, jak i przez miasta innych państw zachodnich, dają nam możność zorientowania się, w jaki sposób należy podchodzić do zagadnienia, które — jeżeli chodzi o higienę — załatwia sprawę pozbywania się śmieci prawie że w zupełności, pociąga jednak za sobą kosztowne inwestycje, a nie przemyślane wyczerpująco może narazić odnośną gminę na ustawiczne wydatki, nie amortyzując już dokonanych.

A więc pierwszym niezbędnym zadaniem jest poznanie właściwości śmieci danego miasta, w rozmaitych porach roku pod względem:

1) wartości cieplnej,
2) zawartości nieulegającego spaleniu popiołu,
3) zawartości wilgoci,
4) fizycznych i chemicznych właściwości części składowych odpadków,
5) topliwości części pozostałych po spaleniu, szczególnie ważnej dla produkcji szlaki.

Poznanie tych właściwości i porównanie ich z właściwościami śmieci miast angielskich i francuskich, naprowadziło miasta niemieckie na drogę nieufności do możności zaprowadzenia spalarni u siebie. Rozwiązały jednak to zagadnienie przez wprowadzenie odpowiednich systemów pieców, podnoszących wartość spalonego materiału.

Znając już właściwości śmieci, należy z góry zadecydować, jaki produkt chce się otrzymywać jako główny i do produkowania go przystąpić po dokładnym przekalkulowaniu, oraz zapewnieniu sobie zbytu. Przykłady bowiem czerpane z Niemiec zabezpieczają nas z kolei przed powzięciem fałszywej decyzji. Radca bud. Dietrich Rische, dyrektor Spalarni popiołu i zmiotków w Altonie w czasopiśmie *„Die Städtereinigung"* (nr 23, 1937 r.) przedstawia np. sprawę produkcji szlaki, materiału, który zdawać by się mogło będzie miał wielki zbyt i który przeważnie bierze się pod uwagę, myśląc o budowie spalarni śmieci. I oto, co się okazało? Miasta w północnych Niemczech, jak Hamburg, Altona i wiele innych, zużytkowują część swej produkcji same, a na resztę znajdują chętnych nabywców po cenie 3 do 4 RM za 1 m^3. Natomiast miasta Nadrenii i południowe są formalnie zapchane hałdami szlaki. Tłumaczy się to tym, że miasta północne, pozbawione kamienia naturalnego, konsumują szlakę jako namiastkę, natomiast miasta południowe, mające kamienia naturalnego dostateczną ilość, wolą się nim posługiwać, a szlakę produkują na sprzedaż. Transportowana na północ, nie wytrzymuje konkurencji z ceną miejscową, a w najbliższym sąsiedztwie zbytu nie ma. W podobnej sytuacji znajduje się u nas Kraków i wszystkie te miasta, które leżą w okolicach wyposażonych w bogate złoża wysokowartościowych porfirów, granitów itd., czekających w dodatku na eksploatację, chociażby ze względu na zmniejszenie bezrobocia. Próbowano w południowych miastach wyrabiać ze spalanych śmieci materiały budowlane, przez mieszanie ze szlaką cementu i innych środków łączących, produkt ten jednak wykazuje dużą oporność w łączeniu, no i cena znacznie przewyższa zwykłą cegłę. Wreszcie w jednej z miejscowości w Nadrenii zaczęto poddawać śmieci topieniu i z otrzymanego w ten sposób ciekłego stopu formować kamienie brukowe. Radca Rische jest zdania, że ten rodzaj produkcji może mieć przed sobą przyszłość.

Dalszym produktem spalania śmieci jest para, która przy nieodpowiedniej aparaturze pieców idzie w powietrze, a która odpowiednio ujęta powinna być przerobiona na energię elektryczną lub cieplną. Tutaj wyłania się jednak sprawa zadecydowania o usytuowaniu zakładu spalania. Nie była ona obojętna już i przy poprzednio poruszonej produkcji, ze względu na odległości dowozu

śmieci, tj. na sprawność i koszta dowozu, ale w wypadku pozbywania pary jako energii cieplnej, nabiera specjalnego znaczenia. Zmusza bowiem do umiejscowienia zakładu spalania w możliwie najbliższym sąsiedztwie obiektów, do których para ma być dostarczana. Obiektami takimi, które potrzebują taniej, a ciągłej energii cieplnej, szczególnie w miesiącach zimowych, mogą być cieplarnie, szpitale, zakłady wychowawcze (internaty) itp. Czy bezpośrednie sąsiedztwo zakładów spalania ze względów zdrowotnych może być pożądane? Wyżej wymieniony radca Rische twierdzi nie bez słuszności, że przy dzisiejszym stanie techniki nie może być obawy o złe oddziaływanie zakładu spalania na otoczenie. Niezdrowy jedynie może być dym ze spalarni, a ten bardzo łatwo może być oczyszczony, zaś brud w tego rodzaju instytucjach jest przesądem, gdyż się nie uzewnętrznia. Altona, największe miasto w Księstwie Szlezwik-Holsztyn, przerabia parę na energię elektryczną i zużywa ją do akumulatorów, używanych do przewozu śmieci. Altonie kalkuluje się popęd elektryczny bardzo tanio, gdyż zamiast płacić elektrowni 8 fenigów za kilowatgodzinę, produkcja własna daje jej kilowatgodzinę po 2 ÷ 3 fenigów.

Dr inż. F. A. Oetken w artykule swym, zatytułowanym „Aufgaben und Möglichkeiten der Müllverbrennung in Deutschland", pomieszczonym w nr 13 *„Die Städtereinigung"* 1937 r., zwraca uwagę, że przy budowie spalarni należy dążyć do wypełnienia podstawowych technicznych wymagań, którymi są:

1) Ruch musi być bez zarzutu higieniczny. Robotnicy obsługujący powinni być jak najmniej narażeni na styczność z odpadkami.
2) Uwalnianie śmieci od zbyt lotnego popiołu, przez tzw. sianie, powinno być dokonywane w bezwzględnie szczelnym zamknięciu.
3) Spalanie powinno być dokonywane bez dokładania jakichkolwiek pomocniczych środków palnych. Powinno się doprowadzić do uzyskania maksimum szlaki, jako produktu spalania.
4) Przy spalaniu powinno się uzyskać jak najwyższą temperaturę, aby tą drogą pozyskać źródło siły np. parę.

Jak poważnie w Niemczech jest traktowana sprawa uniknięcia przez miasta, mające zamiar budowania spalarni, bardzo kosztownych pomyłek, spowodowanych błędnym zastosowaniem systemu pieców, może najlepiej świadczyć artykuł dyr. L. Langerta zamieszczony w *„Die Städtereinigung"* (nr 14 z 1937 r.), z którego dowiadujemy się, że miasto Aachen posiada trzy różne typy pieców, a to:

1) typ oparty na starych wzorach angielskich z lat 1910/1913,
2) wybudowany w 1928 r. zakład spalania systemu Musag, z mechanicznymi rusztami,
3) zakład przeróbki śmieci systemu Mawag.

Na podstawie doświadczeń, osiąganych na tych trzech typach, udzielane są informacje na żądanie miast zainteresowanych. Należy nadmienić, że śmieci przed spalaniem muszą być segregowane, tj. pozbawione metalowych i innych stałych odpadków. Z odpadków tych, tylko metalowe mogą być usunięte mechanicznie, przy pomocy odpowiednich urządzeń, zaopatrzonych w silne magnesy, reszta musi być segregowana ręcznie. Naturalnie, że podraża to znacznie pracę, a co za tym idzie i ogólne koszta spalania. W niektórych miastach, jak np. mieście Flint w Stanie Michigan przeprowadzana jest segregacja przez samych lokatorów, którzy osobno składają popiół i odpadki kuchenne, a osobno takie, jak puszki z konserw, skorupy i odpadki metali. Jest to najodpowiedniejszy i najbardziej racjonalny sposób segregacji, potrzebne jednak znakomite zdyscyplinowanie mieszkańców. Dalszym powodem, podrażającym spalanie, jest fakt, na który godzą się wszystkie miasta posiadające zakłady spalania, że jednak nie wszystek materiał wprowadzany do pieców zostaje bez reszty przerobiony. Pozostaje jeszcze popiół, który trzeba wywieźć i gdzieś umieścić. Jest to oczywiście znacznie zmniejszona ilość, niemniej jednak pokazuje się, że i przy wprowadzeniu spalania zarządy miast stają przed koniecznością utrzymywania wysypisk.

Innym sposobem pozbywania się śmieci przez miasta z niezmiernym dla nich pożytkiem, oraz o wielkim znaczeniu ze względu na pomnażanie majątku narodowego, jest stosowane przez niektóre miasta angielskie, holenderskie i niemieckie (ostatnio Berlin) wywożenie ich poza miasto i zużywanie jako środka melioracyjnego na gruntach piaszczystych, bagnistych, kwaśnych łąkach itd. Same miasta mają podwójną korzyść, bo nie tylko pozbywają się śmieci, ale co może jest dla nich ze względów aprowizacyjnych równie ważne, zbliżają do siebie grunta uprawne, zamieniając nieużytki położone najbliżej, a więc tereny

najbliższego zainteresowania, na pełnowartościowe ogrody warzywne. Doświadczenia dotychczas poczynione są wprost rewelacyjne. Monachium od roku 1897 wywożąc śmieci do Puchheim w ciągu czterdziestu lat zamieniło czterysta morgów pustkowi na grunta urodzajne. Udają się na nich okopowizny, żyto i owies. Berlin ostatnio pobudował na Sprewie stację przeładowczą, skąd drogą wodną wywozi śmieci na grunta nieurodzajne sąsiednich wsi, też jako środek melioracyjny. Dr inż. Herman Dalhoff, kierownik taboru Zakładu Czyszczenia ulic i wywozu popiołu i zmiotków z miasta Wrocławia, zastrzega się wyraźnie, że nie należy i nie można dzisiejszych śmieci traktować jako nawozu. Kilkanaście czy kilkadziesiąt lat wstecz, przy dużym ruchu konnym, zmiotki uliczne mogły może być uważane za nawóz, lecz dzisiejsza motoryzacja zupełnie ich charakter zmieniła. Dzisiejsze śmieci, a więc zmiotki uliczne, odpadki domowe i popiół, stanowią znakomity środek do zmiany struktury gleby, tworzą warstwę humusu, którego właśnie brak gruntom nawożonym. Przez nawiezienie nieużytku śmieciami zmienia się zatem strukturę gleby i przygotowuje się ją pod uprawę. Dla tego celu należy dane obiekty nawozić do wysokości 2 metrów, nie wyżej, ponieważ przy głębszych warstwach brak koniecznego przewiewu i wilgoci powoduje zanik życia bakteryj, potrzebnych do fermentacji i gnicia. Tę normę przyjmuje również przepis Ministerstwa Zdrowia w Anglii, określając wysokość nasypu na 7 stóp ang. tj. 2,15 m — jak zaznaczył w swej prelekcji na międzynarodowym kongresie w 1935 r. we Frankfurcie n. Menem p. I. C. Daves, delegat Anglii.

Jak zaznaczono powyżej, śmieci zawierają części stałe, jak szkło, blachę, odpadki żelazne itd., które należy przez przesegregowanie usunąć. Powtarza się tutaj sprawa poruszana już poprzednio przy spalaniu śmieci.

Zakład wywozu śmieci w Berlinie (inżynier Tritt) wspólnie z państwowym zakładem biologicznym prowadzi badania i doświadczenia nad śmieciami jako środkiem melioracyjnym, oraz nad jakością roślin, udających się na w ten sposób zmeliorowanych glebach. Liczne doświadczenia wykazały, że ubogie w humus gleby piaszczyste, wzbogacają się przez wysyp śmieci w części organiczne, a występujące procesy rozkładowe wywołują podniesienie temperatury, wzmożone jeszcze przez silniejszą absorbcję promieni słonecznych, spowodowaną ciemnym zabarwieniem gleby, dotychczas jasnej. Stwierdzono również poprawę wilgotności, którą gleby piaszczyste przez obsiąkanie i parowanie łatwo tracą. Śmieci, zawierające duże ilości popiołu drzewnego, węgla kamiennego, a szczególnie węgla brunatnego, czynią glebę piaszczystą miałką, dostarczając jej soli pożywczych, wapna i warstwy humusowej. Gleby piaszczyste, zasilane nawozami sztucznymi o tych samych składnikach, dają im wszystko to samo z wyjątkiem właśnie tej warstwy i dr Dalhoff uważa tę akcję za marnotrawstwo. Natomiast twierdzi, że używanie nawozów sztucznych już po przetworzeniu piasków przez nawiezienie ich śmieciami, jest wskazane i daje doskonałe rezultaty.

Dalsze doświadczenia wykazały, że nawożenie kwaśnych łąk i ról śmieciami przez pokrycie ich warstwą 30 do 50 cm i następne głębokie przeoranie usuwa kwasotę, działając na nie alkalicznie, oraz nadaje im strukturę kruchą i przewiewną.

Na gruntach w pobliżu Berlina, nawiezionych cienką warstwą śmieci, przewalcowanych, a następnie pługami parowymi przeoranych, zaobserwowano znakomite warunki dla uprawy ogrodowizn. Tutaj śmieci dostarczają bakteryj prawie tych samych, co nawóz stajenny, oraz — jak nawóz — dają warstwę humusu. Na zmeliorowanych w ten sposób piaskach udają się buraki, ziemniaki, kapusta, groch, bób, marchew, szpinak, oraz żyto, owies i jęczmień. Grunta w ten sposób zmeliorowane należy co jakieś trzy lata głęboko przeorywać, a efekt jest taki, że bez dodawania nawet sztucznych nawozów uzyskuje się plony, równające się plonom z najlepiej prowadzonych gospodarstw, na dobrych gruntach.

Innym nieco, dotychczas jeszcze nie zbadanym dostatecznie sposobem meliorowania gruntów nieurodzajnych, jest stosowanie kompostu ze śmieci. Przesortowane śmieci układa się w pryzmy, nie wyższe jak dwumetrowe, i wtedy uzyskuje się kompost pełnowartościowy już po upływie jednego roku, przyśpieszając jednak tę przeróbkę przez częste zraszanie pryzm wodami odchodowymi. Ma to tę wartość, że wzmaga aktywność bakteryj w odpadkach, a do składników zawartych w śmieciach, jak wodorotlenek potasu, wapno, kwas fosforowy, dodaje siarkę i związki siarkowe. Obserwacje dotychczasowe wykazały wyższość kompostu ze śmieci na gruntach piaszczystych i bagnistych nad nawozami sztucznymi, znowuż z powo-

du dawanej warstwy humusu. Akcja z kompostem prowadzona jest w Niemczech, Holandii i Austrii, w żadnym z tych państw nie jest on jednak uważany za nawóz, ale tylko za środek melioracyjny dla fizycznej zmiany struktury gleby.

Jeżeliby chodziło o zdrowotność, to w paru holenderskich miastach miano zauważyć, że w okolicach, w których zamiast nawozów używano kompostu, ilość zachorzeń zmalała. Czy ten fakt był spowodowany rzeczywiście wyżej przytoczoną zmianą sposobu uprawy ról, czy też dziwnym zbiegiem okoliczności, nie zdołano dotychczas stwierdzić. Niedogodnością przy kompostowaniu śmieci jest konieczność zakładania miejsc kompostowania. Ze względów zdrowotnych i z powodu zaduchu, miejsca takie nie mogą być położone blisko miast. W Holandii, dla Hagi miejsce przetwarzania śmieci jest w Drenthe, odległym o 232 km od Hagi, dokąd materiał przewożony jest pociągami po 18 do 25 wagonów, opróżnianych na boki. Urządzenie polega na 3 równoległych wiaduktach, na których następuje opróżnienie wagonów. Śmieci rozprowadzane są na warstwę 40 centymetrową i w celu przyśpieszenia procesu gnicia polewane wodą, co obniża wprawdzie temperaturę, dochodzącą bez polewania do 70^0, ale za to powoduje jednolity rozkład substancyj organicznych w śmieciach, oraz równoczesne i jednakowe gnicie. Po 3 do 4 miesiącach kompost jest rozwożony specjalnymi wozami na miejsca przeznaczenia. Analiza kompostu wytwarzanego w Drenthe przedstawia się następująco:

Zawartość:	azotu	0,5%
	kwasu fosforowego	0,5%
	potasu	0,1%
	wapnia	3,2%
	organicznych części	22,7%

Krótki powyższy rys nasuwa myśli o ogromnych możliwościach wyzyskania tego pogardzanego materiału, jakim są śmieci, dla podniesienia kultury rolnej w Polsce, kraju rolniczym, posiadającym tak wielką ilość nieużytków, jak bagna poleskie czy piachy mazowieckie. Są to zbyt wielkie problemy. Każde jednak z miast ma mniejsze, ale niemniej dla siebie ważne. Gdyby wziąć pod uwagę np. Kraków, silnie się rozbudowujący, tak że dzielnice do niedawna jeszcze stanowiące ogrody warzywne i zasilające rynek spożywczy, zabudowały się prawie całkowicie. Uprawa jarzyn na drogich gruntach nie opłaca się. Rodziny ogrodnicze, wyciskane poza granice miasta, tuż poza nimi natrafiają na grunta, które pod uprawę warzyw nie nadają się. Wystarczy spojrzeć na okolice Krakowa: mokre łąki Zabierzowa, Kochanowa, Rudawy, piachy Swoszowic, Kobierzyna, bagna i torfy w stronę Niepołomic. Ogrodnik musi się osiedlić w dalszej odległości, na czym cierpi i sprawność dostawy i cena. Mam wrażenie, że Kraków po zakończeniu prac idących w kierunku zniwelowania terenów miejskich, tj. po zasypaniu dołów pocegielnianych i wyrównaniu naturalnych nierówności, powinienby zużytkować swe śmieci na przeróbkę okolicznych nieużytków, ułatwiając sobie aprowizację, podnosząc dobrobyt podmiejskiej ludności, oraz zwiększając majątek narodowy.

Inż. MIECZYSŁAW SEIFERT

Zwrotny zawór kątowy hydrauliczny lub mechaniczny.

Pompa odśrodkowa powinna być zaopatrzona w:

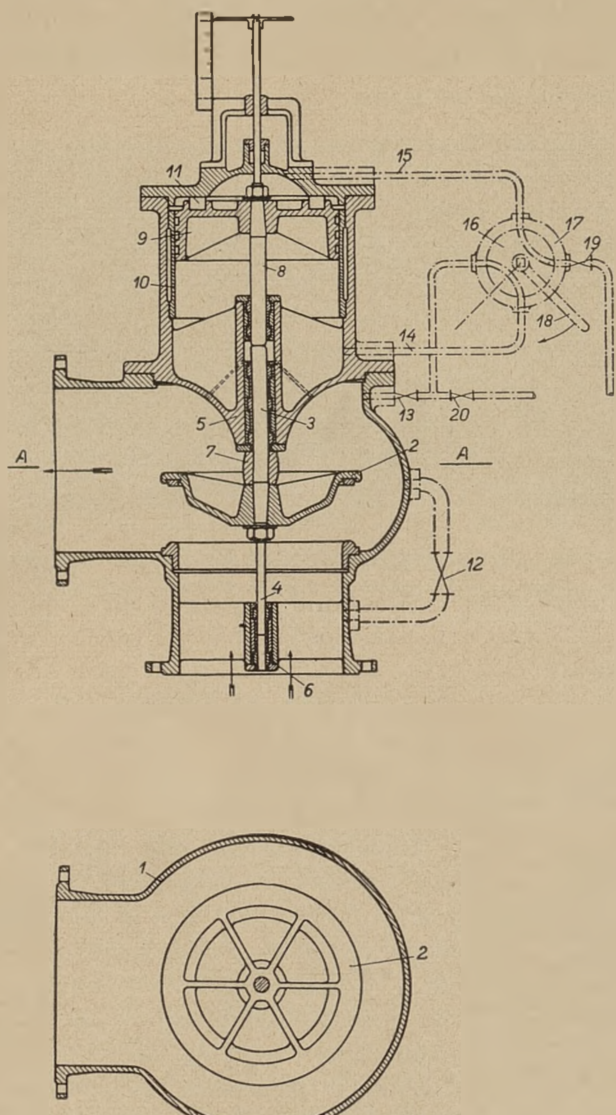
1) klapę zwrotną celem samoczynnego zamknięcia przepływu wody z rurociągu tłocznego przez pompę do rurociągu ssącego w wypadku, gdy z jakiegokolwiek powodu przestaje działać silnik elektryczny napędzający pompę,

2) zasuwę zamontowaną w rurociągu tłocznym przed klapą zwrotną, tak dla uruchomienia pompy, jak i dla ewentualnej regulacji wydajności pompy.

Te dwa niezbędne dotychczas elementy konstrukcyjne dla urządzenia pompowego, a ponadto kolano 90-stopniowe zastąpić można opatentowanym jednym elementem konstrukcyjnym, a mianowicie zwrotnym zaworem kątowym. Oczywistą jest rzeczą, że takie zastąpienie trzech elementów konstrukcyjnych jednym — pociąga za

sobą zmniejszenie strat hydraulicznych, a więc i odciążenie kosztów pompowania.

Konstrukcja zwrotnego zaworu kątowego jest prosta i w zasadzie swej tym tylko różni się od znanej ogólnie konstrukcji zwykłego zaworu, że trzpień zaworu nie jest złączony z grzybkiem. Przy

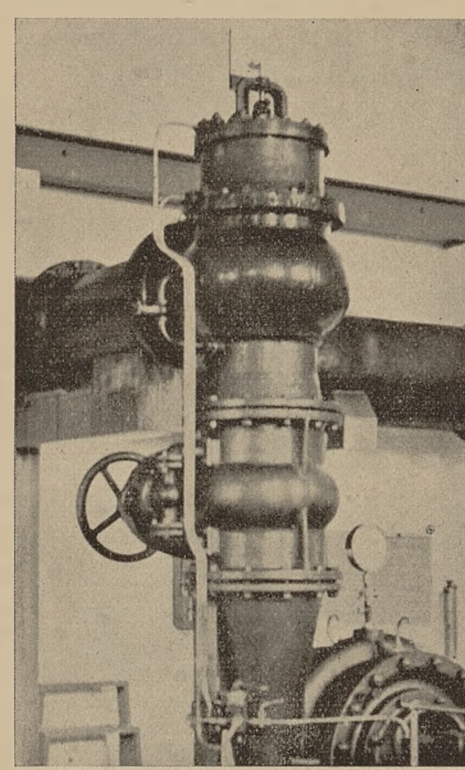


Rys. 1. *Zwrotny zawór kątowy w przekrojach.*

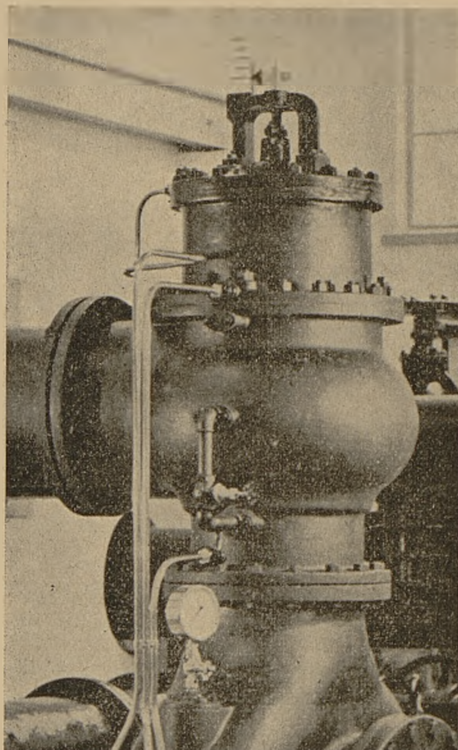
przesuwaniu zatem trzpienia w górę, grzybek pozostaje na gnieździe, o ile pompa jest nieczynna, natomiast przy pompie czynnej woda tłoczona podnosi grzybek tak wysoko, jak pozwoli na to podniesiony trzpień. Gdyby pompa nagle przestała działać, to grzybek zarówno pod własnym ciężarem, jak i pod ciśnieniem wody z rurociągu tłocznego opadłby na gniazdo i zamknął przepływ wody. Przesuwanie trzpienia w dół ogranicza skok grzybka (dławienie przepływu), a przy najniższym położeniu grzybek zostaje siłą przyciśnięty do gniazda, przepływ wody ustaje i pompę można wyłączyć z ruchu.

Dla zaworów o większej średnicy stosuje się do przesuwania trzpieni napęd hydrauliczny, jako pewny i bardzo wygodny w ruchu, natomiast dla zaworów o małej średnicy należy raczej użyć napędu mechanicznego, także pewnego i wygodnego w ruchu.

Przy napędzie hydraulicznym trzpień, o którym była mowa powyżej, jest u góry połączony sztywnie z tłokiem, poruszającym się w cylindrze hydraulicznym. Jeżeli więc do górnej części cylindra (ponad tłok) wpuścimy wodę pod ciśnieniem, a dolną część cylindra połączymy z kanałem odpływowym, to ciśnienie wody powoduje ruch tłoka w dół, a więc i przesuwanie grzybka za pośrednictwem trzpienia ku gniazdu i w końcu silne dociśnięcie grzybka do gniazda. Na odwrót, gdy za pomocą przestawienia odpowiedniego kurka sterującego wpuścimy wodę pod ciśnieniem do dolnej części cylindra, a górną część cylindra połączymy z ka-



Rys. 2. *Zwrotny zawór kątowy wmontowany na stacji pomp Zakładu Wodociągowego m. Lwowa.*



Rys. 3. *Zwrotny zawór kątowy wmontowany na stacji pomp Zakładu Wodociągowego m. Lwowa.*

nałem odpływowym, nastąpi ruch tłoka wraz z trzpieniem w górę, a więc zwolnienie grzybka od nacisku; strumień wody tłoczonej przez pompę unosi grzybek w górę. Nadmienić należy, że przez nastawienie kurka sterującego można dowolnie regulować szybkość tłoka i tym samym uruchamiać lub zatrzymywać pompę.

Przy napędzie mechanicznym trzpień jest śrubą o płaskim gwincie, zaopatrzoną u góry kołkiem ręcznym do obracania.

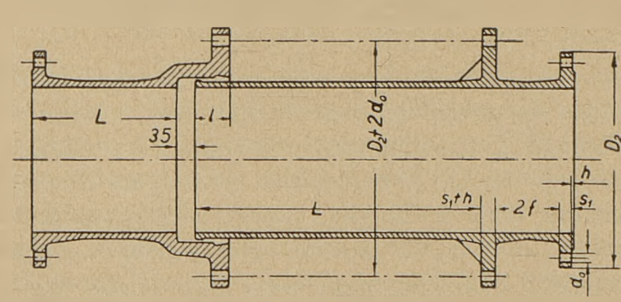
Zakłady Wodociągowe miasta Lwowa mają obecnie w ruchu 5 zwrotnych zaworów kątowych o średnicy 400 mm z napędem hydraulicznym, oraz jeden o średnicy 600 mm z napędem mechanicznym. Na rys. 2 i 3 widzimy zawory wmontowane przy pompach na stacjach pomp w Woli Dobrostańskiej i Karaczynowie Zakładu Wodociągowego miasta Lwowa. Nadmienić należy, że przedtem do otwierania zasuwy na tłoczeniu przy uruchamianiu i zatrzymywaniu pompy potrzeba było użyć siły trzech ludzi, obecnie zaś uruchomianie czy też zatrzymywanie pompy uskutecznia się przez nastawienie małego kurka sterującego i to w sposób dowolnie szybki.

Inż. MIECZYSŁAW SEIFERT

Zesuwka kołnierzowa.

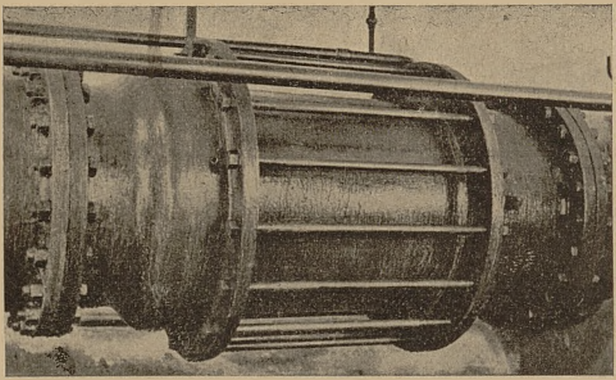
Rurociągi tłoczne w obrębie hali pomp, ze względu na znaczne siły osiowe, wykonuje się wyłącznie z rur kołnierzowych. Wiemy z doświadczenia, ile trudności sprawia należyte zmontowanie rurociągu, już choćby tylko z powodu dopuszczalnych tolerancyj, dotyczących długości zamówionych rur. Trzeba często uciekać się do takich pomocniczych środków, jak zakładanie dodatkowych pierścieni żelaznych i uszczelnień, celem nadrobienia braków w długości, lub staczanie czoła rur, gdy dostarczone rury są za długie. Jeszcze gorzej przedstawia się sprawa, gdy mamy wymienić zasuwę lub inną część rurociągu. Najczęściej musi się wówczas rozebrać rurociąg na dłuższej przestrzeni, gdyż inaczej wyjęcie danej części rurociągu jest wręcz niewykonalne, a jest to połączone z dużą stratą, bardzo niekiedy cennego czasu.

Tym niedogodnościom zapobiega wstawienie w rurociąg w odpowiednim miejscu, np. obok zasuwy, zesuwki kołnierzowej pomysłu inż. R. C z y ż o w s k i e g o. Konstrukcja zesuwki kołnierzowej, jak to widać z przekroju podłużnego (rys. 1) jest bardzo prosta; składa się ona z kieliszka i prostki, uzupełnionych dwoma dodatkowymi kołnierzami. Kołnierze te, po wykonaniu normalnego uszczelnienia, jak przy rurach kielichowych, ściąga się śrubami dla uchwycenia sił osiowych, dążących do rozluźnienia połączenia kielichowego. Pomiędzy gniazdem kieliszka a bosym końcem prostki pozostawia się wolną przestrzeń około

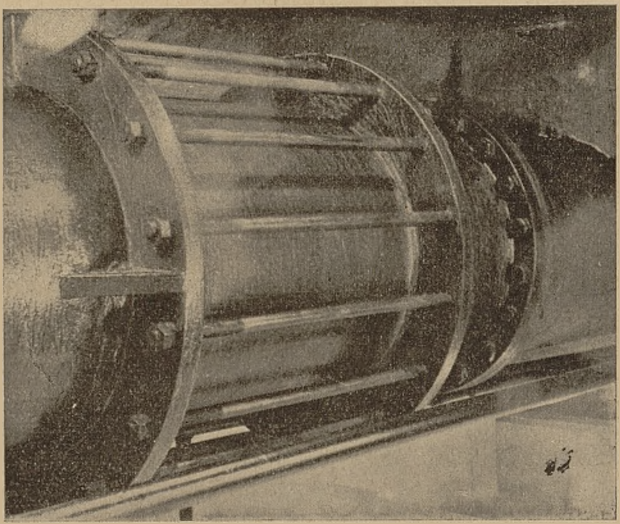


Rys. 1. *Zesuwka kołnierzowa w przekroju podłużnym.*

20 mm, aby można było — jak to wynika zresztą z nazwy urządzenia — po usunięciu uszczelnienia kielicha, obie części zesunąć i w ten sposób zostawić wolne miejsce dla wygodnej wymiany danej części rurociągu. Tylko nieznacznie wyższym kosztem wyrobu takiej zesuwki od normalnej rury kołnierzowej uzyskuje się konstrukcyjny element, ułatwiający tak montowanie, jak i rozmontowywanie rurociągu.



Rys. 2. *Zesuwka kołnierzowa zamontowana na stacji pomp Zakładu Wodociągowego m. Lwowa.*



Rys. 3. *Zesuwka kołnierzowa zamontowana na stacji pomp Zakładu Wodociągowego m. Lwowa.*

Rys. 2 i 3 przedstawiają zesuwki kołnierzowe pomysłu inż. R. Czyżowskiego o średnicy 500 i 600 mm, zamontowane jedna w hali pomp nurowych, a druga w hali pomp odśrodkowych na stacji pomp wodociągów lwowskich w Woli Dobrostańskiej.

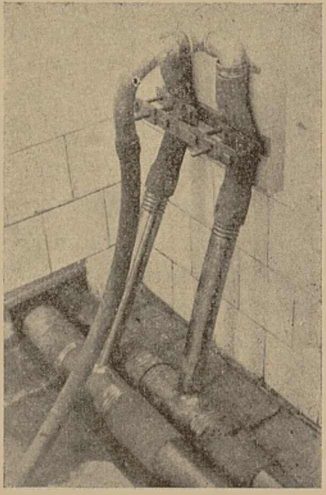
Inż. WŁODZIMIERZ DANIEWSKI

Instalacje wodociągowe dla wody siarczano-słonej w Solcu-Zdroju.

Zwykłe rury żelazne ocynkowane i kurki mosiężne ulegają bardzo szybkiemu zniszczeniu przez wodę solecką, zawierającą między innymi 15,2 g NaCl, oraz 0,103 g H_2S w litrze. Po 2 ÷ 3 latach instalacja wymaga kapitalnego remontu. W bieżącym roku zdecydowano się na wprowadzenie rur kamionkowych, łączonych na gumę. Do zamykania wody zastosowano po raz pierwszy w polskim zdrojownictwie ściskacze mosiężne śrubowe, skonstruowane na wzór laboratoryjnych z tą różnicą, że koniec śruby ma kształt kwadratowy dla zastosowania odpowiedniego klucza. Załączone zdjęcie przedstawia fragment sieci dla wody siarczanej zimnej i gorącej w miejscu wlotu do wanny, która została chwilowo usunięta.

Zwisający wąż gumowy służy do wprowadzenia wody od dołu wanny, w celu zapobieżenia stratom siarkowodoru, które dochodzą do 30% przy zwykłym napełnianiu, na skutek rozpylania się wody i mieszania jej z powietrzem.

Jedynie górna część instalacji została skonstruowana ze zwykłych łączników żelaznych ocyn-



Rys. 1. *Fragment sieci dla wody siarczanej w łazienkach w Solcu-Zdroju.*

kowanych, a to ze względu na brak na rynku potrójnego łukowego rozgałęźnika kamionkowego, jaki tu był potrzebny.

W przyszłości jednak zostanie on dostarczony na specjalne zamówienie i wówczas będą usunięte ostatnie części instalacji, które podlegają korozji. Zaznaczyć należy, że guma bardzo dobrze konserwuje się w wodzie siarczanej, zapewne na skutek wulkanizującego działania siarki.

ALFONS JANKOWSKI

Najnowsze studia nad izolacją rur do gazu i wody*.

Niedawno temu ukazał się w czasopiśmie „Korrosion und Metallschutz“ artykuł pióra znanego specjalisty prof. dr O. Kröhnke o zagadnieniach korozji rur i ochronie tychże.

Porusza on sprawę, dlaczego do ochrony rur nie powinno się używać materiałów węglopochodnych, oraz dlaczego one są nieodpowiednie pod względem chemicznym i mechanicznym. Omawia on również rozmaite sposoby malowania i lakierowania rur i zupełnie przekonywująco motywuje, że tego rodzaju izolacje rur rzadko tylko prowadzą do celu. Według Kröhnkego, wchodzą w tym wypadku w rachubę tylko niezmydlające się pochodne ropy naftowej, gdyż tylko one wytrzymują agresywne wpływy powietrza, wody i gruntu, a nawet niektóre z nich nie zmieniają się pod wpływem promieni ultrafioletowych.

Wielką zaletą tych pochodnych jest, że zachowują w ziemi swą ciągliwość i plastyczność, a poza tym nie zawierają kwasów; przeciwnie — są nadzwyczaj odporne przeciw kwasom i słabym zasadom, które występują w ziemi, a poza tym nie zmieniają się pod wpływem prądów elektrycznych. Tego rodzaju produktami impregnuje się odpowiednie materiały tekstylne, jak taśmy, sznury itp.

Prof. Kröhnke bardzo szczegółowo omawia również używanie taśmy „Denso“. Zwraca uwagę na to, że taśma jest impregnowana masą, którą stanowią produkty, uzyskiwane jako odpadki przy rafinowaniu niektórych ponaftowych produktów. W szczególności chodzi tu o wysokomolekularne parafiny o specjalnych właściwościach fizycznych, które znane są pod nazwą „protoparafiny“.

W tym wypadku należy zwrócić uwagę, że parafiny te muszą być wysoce odporne chemicznie i pod żadnym warunkiem nie mogą stawać się porowate, jak to ma miejsce przy produktach smołowych i asfaltach. Poza tym prof. Kröhnke zwraca uwagę, że taśmę ochronną „Denso“ można doskonale nawijać ręcznie lub maszynowo. Zakładkę należy dobrze nasmarować, co dzięki wysokiej plastyczności masy, którą nasycona jest taśma, jest bardzo łatwe. Szczególnie zaleca prof. Kröhnke owijanie wszelkich spojeń, szwów, łuków, odgałęzień dopływów domowych i rur na całej długości, z doskonałym skutkiem.

Prof. Kröhnke uważa, że taśma „Denso“ stanowi wielki postęp i radykalną zmianę w dotychczasowych zapatrywaniach na dziedzinę ochrony rur produktami omawianymi wyżej.

Aby udowodnić, do jakiego stopnia wytrzymała jest taśma „Denso“, porównuje zachowanie się jej z procesem bajcowania metali. Bajcowanie to odbywa się w kąpieli z mocnych roztworów kwaśnych, które rozpuszczają warstwy rdzy, a nawet metal znajdujący się pod rdzą. Jeżeli do tego rodzaju bajcy doda się białka lub kleju, to domieszki te mają za zadanie chronienie metalu od wpływów roztworów, nawet najbardziej agresywnych, nie wyłączając gorącego roztworu kwasu siarkowego. Doświadczenia wykazały, że domieszki te przy zetknięciu się z płynem wytwarzają galaretowatą substancję, która chroni przed korozją metal, z którym płyn się styka.

Wielokrotnymi doświadczeniami udowodniono, że masa „Denso“, którą impregnowana jest taśma „Denso“, w razie zetknięcia się z wilgocią przyjmuje pewne niewielkie ilości płynu. Powstająca w ten sposób substancja galaretowata posiada wówczas tę samą zdolność ochrony przed korozją, jak wyżej opisano. Udało się stwierdzić, analogicznie do powyższych sposobów bajcowania metali, że taśma skutecznie chroni żelazo przed korozją nawet w płynach bardzo silnie kwaśnych lub słonych. Tym samym też rozproszono obawy różnych stron, że taśma dlatego nie stanowi zawsze skutecznej ochrony, ponieważ przy dostępie płynów wykazuje pewne przewodnictwo własne.

Okazało się, że jest właśnie odwrotnie. Taśma

*) Według artykułu prof. dr O. Kröhnke, Berlin.

może bowiem dopiero wówczas chronić zupełnie przed korozją, gdy już nassała pewną ilość wilgoci, dzięki czemu wytworzyła się ta substancja galaretowata o dużej plastyczności i zwartości. Kilkunastoletnia praktyka dowiodła, że w masie taśmy stan nasycenia następuje prędko i nassysa ona tylko bardzo małe ilości wody z otaczającego ją gruntu. Ten stan nasycenia pozostaje już na stałe niezmieniony.

Widać z tego, że nigdy nie może dojść, szczególnie gdy masa taśmy jest dobrze wygładzona, do momentu tworzenia się choćby włoskowatych rys i miejscowych uszkodzeń, tak jak się to dzieje przy asfaltowych powłokach i ochronnych środkach sporządzonych z smoły pogazowej, po pewnym czasie leżenia pod ziemią. Te rysy stają się nadzwyczaj niebezpieczne i wywołują w skutku, daleko idące uszkodzenia w ściankach przewodów, podczas gdy przy taśmie „Denso" tworząca się masa galaretowata nie pozwala na tego rodzaju zjawiska.

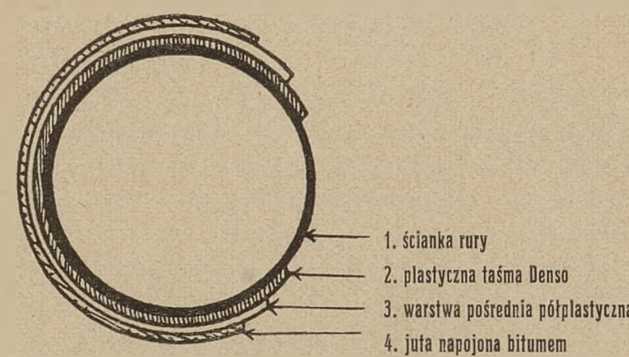
Podobny wypadek zachodzi przy prądach błądzących. O ile rura wyposażona jest w otoczynę ochronną z asfaltu o skłonności do pękania, to prądy łatwiej znajdują drogę przez utworzone dziury oraz rysy. W tych miejscach prądy się potęgują i w krótkim czasie powodują poważne uszkodzenia.

Zupełnie inaczej ma się sprawa, gdy rura jest owinięta taśmą „Denso". Prąd nie natrafia tam na otwory, natomiast styka się z galaretowatą masą wytworzoną na powierzchni taśmy, w której rozchodzi się we wszystkich kierunkach, nie wyrządzając żadnych szkód w chronionym metalu. Poza tym rozprowadzona w masie protoparafinowej mączka szamotowa wytwarza doskonałą otoczynę izolującą.

Działanie taśmy „Denso" polega zatem na wytwarzaniu wokoło metalu absolutnie płynoszczelnej i prądoszczelnej otoczyny, która nigdy nie pęka i nie staje się porowatą.

Od czasu ukazania się artykułu prof. Kröhnkego, stosowanie do izolacji rur środków „Denso" jeszcze bardziej się rozszerzyło. Weszła mianowicie w użycie kombinowana powłoka ochronna „Denso", w której taśma pokryta jest zewnętrznie bitumem. Nie ulega żadnej wątpliwości, że niewysychalność taśmy „Denso", stanowiąca z jednej strony jej niezaprzeczoną zaletę, była z drugiej strony zaczepiana, jako jej poważna wada. Wskazywano na to, że taśma może być uszkodzona przez wpływy mechaniczne, co zresztą pod ziemią zajść może niesłychanie rzadko, poza tym zaś może być czasem wymyta lub spłukana przez przepływającą wodę gruntową. W tym wypadku zaleca się nawinąć na taśmę „Denso" jeszcze taśmę jutową, napojoną asfaltem. Uzyskuje się przez to zupełnie pewną ochronę plastycznej taśmy „Denso" przed wszelkimi możliwymi uszkodzeniami natury mechanicznej.

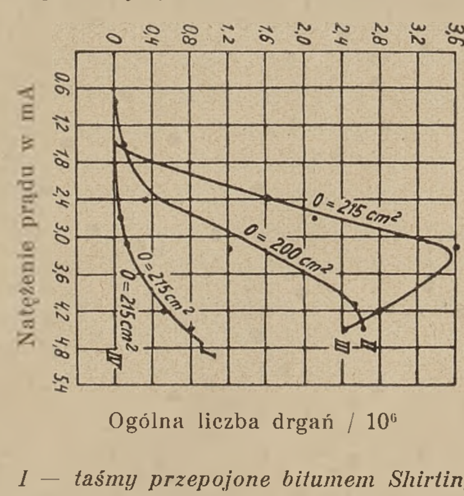
Rys. 1 przedstawia rurę stalową ochronioną w podobny sposób. Otacza się mianowicie rurę naprzód taśmą „Denso", potem powłoką specjalną,



Rys. 1. *Kombinowana powłoka ochronna „Denso".*

która może być wykonana za pomocą taśmy jutowej, napojonej bitumem.

Tego rodzaju „rura Denso" z łatwością opiera się wszelkim różnicom temperatur i innym wpływom zewnętrznym, jak drgania i wstrząsy powodowane silnym ruchem ulicznym. Przy tym taśma nie traci nic ze swojej spoistości, a przez to nie przestaje znakomicie chronić rury. Należy zauważyć, że pomiędzy taśmą „Denso" a bitumem, na skutek wzajemnego oddziaływania, wytwarza się na zetknięciu się tych dwóch warstw warstwa po-



Rys. 2. *I — taśmy przepojone bitumem Shirting (4 mm). II — bitum podwójny (2,5 mm). III — juta przepojona bitumem (4 mm). IV — kombinowana powłoka ochronna „Denso" (4 mm).*

średnia półplastyczna, łącząca obie zewnętrzne warstwy w znakomity sposób.

Odporność nadzwyczajną tego rodzaju osłony widać doskonale z doświadczeń z szeregiem rozmaitych środków przeciwkorozyjnych, które poddawano najdalej idącym wpływom elektrycznym i mechanicznym, kolejno oraz równocześnie, chcąc wytworzyć najgorsze warunki.

Rys. 2 przedstawia wyniki niektórych doświadczeń. Rurę stalową cienkościenną, ochronioną w wyżej podany sposób, poddawano nieustannym drganiom w kierunku pionowym. Równocześnie poddawano ją działaniu prądów o rozmaitym natężeniu i napięciu. Niezależnie od tego przez rurę przepływał kwas węglowy w kierunkach przeciwnych w ciągu 42 godzin, co oziębiało rurę do —17° C. Na rurze nie zauważono żadnych uszkodzeń, mimo częstego powtarzania doświadczeń.

Z życia organizacyj.

Komunikaty Związku Gospodarczego Gazowni i Zakładów Wodociągowych w Państwie Polskim.

I. *Opłaty na Fundusz Pracy.* Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 31 III 1933 r. (Dz. U. R. P. nr 22, poz. 176 § 17), przyznało gminom tytułem odszkodowania za prace związane z obliczaniem i ściąganiem opłat na Fundusz Pracy, 3 % od tych wpływów. Nowe rozporządzenie Ministra Opieki Społecznej z dnia 29 X 1937 r. (Dz. U. R. P. nr 83, poz. 604), anuluje wyżej podane rozporządzenie, nie przewidując odszkodowania dla gazowni za ściąganie opłat na Fundusz Pracy.

Związek Gospodarczy w dniu 18 lutego 1938 roku wniósł memoriał do Pana Ministra Opieki Społecznej z prośbą o przywrócenie gminom prawa do odszkodowania za ściąganie opłat na Fundusz Pracy.

II. *Zamykanie dopływu wody.* Związek Gospodarczy wniósł memoriał do Ministerstwa Spraw Wewnętrznych z prośbą o wydanie okólnika, normującego stosowanie rozporządzenia Ministrów Spraw Wewnętrznych i Opieki Społecznej z dnia 8 stycznia 1938 r. (Dz. U. R. P. nr 11, poz. 76), o korzystaniu z urządzeń wodociągowych, oraz urządzeń do usuwania nieczystości i wód opadowych. W praktyce bowiem przepisy powyższego rozporządzenia są różnie komentowane i stosowane przez powiatowe władze administracji ogólnej, uniemożliwiając częstokroć zamknięcie dopływu wody do nieruchomości.

III. *Wzorowe statuty dla zakładów gazowych i wodociągowych.* Prezydium Związku opracowało projekt statutu ramowego dla zakładów gazowych i wodociągowych. Na zasadzie tego projektu opracowane zostały statuty dla gazowni i wodociągów warszawskich. Projekty te mogą służyć również jako wzór dla statutów poszczególnych zakładów w innych miastach z indywidualnymi zmianami, zależnie od miejscowych warunków.

IV. *Broszury propagandowe.* W celu jak najszerszego ułatwienia Członkom propagandy gazu, Związek pismem okólnym z 31 stycznia r. b. oferował zakładom gazowym broszurę propagandową p. t. „Obiady i kolacje na jedno lub dwu płomiennej kuchence gazowej", wydaną przez Gazownię Warszawską. Cena broszury 25 gr za sztukę. Zainteresowanie Gazowni powyższymi broszurami było dosyć duże, gdyż rozprzedane zostało przeszło 5 000 sztuk.

V. *Zjazd propagandzistów.* Celem wymiany doświadczeń na polu propagandy gazu, Związek urządził w Poznaniu w okresie Targów w dniach 5 ÷ 8 maja r. b. Zjazd propagandzistów, którego przewodnią myślą było ustalenie wzorowego pokazu gotowania na gazie.

Program Zjazdu obejmował szereg publicznych pokazów, z fachową dyskusją na ten temat. Wygłoszone przez delegatów referaty, zostaną umieszczone na łamach naszego pisma.

Duże zainteresowanie Zjazdem jest dowodem aktualności zagadnienia propagandy gazu, która racjonalnie stosowana przyczyni się do rozwoju naszego gazownictwa.

REDAKTOR ODPOWIEDZIALNY: DR INŻ. JAROSŁAW DOLIŃSKI. — SEKRETARZ REDAKCJI: INŻ. JÓZEFA CZAPLICKA

Drukarnia Polska Fr. Zemanka w Krakowie, ul. Tadeusza Kościuszki 3.